



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Unidad de Posgrado

**Método para la evaluación de la usabilidad del
software del voto electrónico presencial en el Perú**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Ingeniería de
Sistemas e Informática con mención en Ingeniería de Software

AUTOR

Néstor Manuel NÚÑEZ MARINOVICH

ASESOR

Dra. Nora Bertha LA SERNA PALOMINO

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Núñez, N. (2019). *Método para la evaluación de la usabilidad del software del voto electrónico presencial en el Perú*. Tesis para optar grado de Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática con mención en Ingeniería de Software. Unidad de Posgrado, Facultad de Educación, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Metadata complementaria:

1. Código ORCID del Autor: -
2. Código ORCID del Asesor: 0000-0002-4292-344X
3. Grupo de Investigación: Ingeniería de software
4. Institución que Financia la Investigación: -
5. Ubicación Geográfica (Incluir Localidad y Coord. Geográficas): Departamento de Lima, Provincia de Lima, Distritos de Santa del Mar y Cercado de Lima.
6. Año o rango de Años que abarco la investigación: 2013-2018
7. Documento de Identidad: 41667046



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Vicedecanato de Investigación y Posgrado
Unidad de Posgrado

**SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER
EN INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA CON MENCIÓN EN INGENIERÍA
DE SOFTWARE**

En la Ciudad Universitaria, a los quince (15) días del mes de julio del 2019, siendo las^{20:30 hrs} horas, se reunieron en el Aula Magna de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el Jurado de Tesis conformado por los siguientes docentes:

Mg. Juan Carlos Gonzales Suárez (Presidente)
Mg. Anita Marlene Reyes Huaman (Miembro)
Mg. Efraín Ricardo Bautista Ubillus (Miembro)
Dra. Nora Bertha La Serna Palomino (Asesora)

Se inició la Sustentación invitando al candidato a Magíster **Néstor Manuel Núñez Marinovich**, para que realizara la exposición oral y pública de la tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática con mención en Ingeniería de Software, siendo la Tesis intitulada:

"Método para la Evaluación de la Usabilidad del Software del Voto Electrónico Presencial en el Perú"

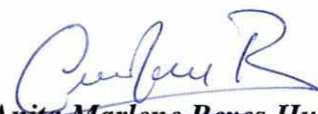
Concluida la exposición, los miembros del Jurado de Tesis procedieron a formular sus preguntas que fueron absueltas por el graduando; acto seguido se procedió a la evaluación correspondiente, habiendo obtenido la siguiente calificación:

16 BUENO

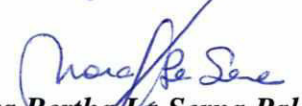
Por tanto el Presidente del Jurado, de acuerdo al Reglamento General de Estudios de Posgrado, otorga al Bachiller **Néstor Manuel Núñez Marinovich** el Grado Académico de Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática con mención en Ingeniería de Software.

Siendo las.....^{21:30} horas, el Presidente del Jurado de Tesis da por concluido el acto académico de Sustentación de Tesis.


Mg. Juan Carlos Gonzales Suárez
(Presidente)


Mg. Anita Marlene Reyes Huaman
(Miembro)


Mg. Efraín Ricardo Bautista Ubillus
(Miembro)


Dra. Nora Bertha La Serna Palomino
(Asesora)

El presente trabajo está dedicado a todas las personas que me apoyaron e inspiraron a superarme. A todos aquellos que con sus logros fueron una influencia ejemplar para mí persona.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora Dra. Nora Bertha La Serna Palomino, por su orientación, consejos y dedicación para que este trabajo cumpla con los objetivos trazados.

Al profesor Mg. Efraín Ricardo Bautista Ubillús, por su colaboración y paciencia en la revisión del proyecto de tesis.

A la profesora Mg. Marlene Reyes Huamán, por sus revisiones y sugerencias acerca del proyecto de tesis.

A la profesora Dra. Sofía Álvarez Cárdenes, por su orientación y revisiones del presente trabajo.

Al profesor Dr. Manuel Tupia Anticona, por colaboración al inicio del proyecto de tesis.

A todos mis profesores, colegas y amigos de la maestría, por sus observaciones y porque en todo momento me incentivaron para que culmine este trabajo.

Al equipo de trabajo de ONPE del proyecto del Voto Electrónico Presencial del periodo 2011-2014.

A todos aquellos que indirectamente me ayudaron para terminar el presente trabajo, y que muchas veces representan un invalorable apoyo.

Y sobre todas las cosas doy gracias a Dios.

Método para la Evaluación de la Usabilidad del Software del Voto Electrónico en el Perú

RESUMEN

La usabilidad de un software es importante porque permite determinar qué tan fácil de usar, atractivo y satisfactorio es un software para los usuarios, más un tratándose de un software como el voto electrónico presencial, usado por usuarios con diferentes edades, grado de instrucción y uso de la tecnología. Los electores tienen que poder emitir su voto con requisitos mínimos en formación y capacitación. Para lograr esto se debe de realizar determinadas pruebas conocidas como evaluación de la usabilidad, para encontrar problemas de usabilidad a fin de tener un software mucho más atractivo y fácil de usar por cualquier tipo de usuario.

Existen métodos para la evaluación usabilidad los cuales son muy genéricos por lo que se debe hacer una personalización o extensión del método al software que se desea evaluar.

Este trabajo de investigación propone un método para la evaluación de la usabilidad del Voto Electrónico Presencial, el cual se designó UsabVEP (Método de Evaluación de la Usabilidad del Voto Electrónico Presencial). El método consiste en 2 fases las cuales presentan un conjunto de actividades y requisitos para realizar de manera adecuada la evaluación de usabilidad, empleando tanto evaluaciones heurísticas como pruebas de usuario. El método propone heurísticas enfocadas al voto electrónico con el fin de encontrar problemas de usabilidad. Además se propone un cuestionario que intentará medir qué tan fácil es de aprender, usar, e interactuar con el software, así como la satisfacción del usuario final.

Los resultados demuestran que el método propuesto UsabVEP encontró 46% más problemas de usabilidad respecto a las heurísticas propuestas por Nielsen, para el software del voto electrónico presencial en el Perú.

Palabras Claves: Usabilidad, Voto electrónico, Evaluación Heurística, UsabVEP.

Method for Assessing Software Usability of Electronic Voting in Peru

ABSTRACT

The usability of software is important because it helps determine how easy to use, attractive and satisfying is software for users, plus a case of software such as face electronic voting, used by users with different age, level of education and use technology. Users need to be able to vote with minimal training requirements and training. To achieve this we must perform certain tests known as usability evaluation to find usability problems in order to have a much more attractive and easy to use for any kind of user software.

There are methods for usability evaluation which are very generic and a possible adaptation or customization to the system to be evaluated it is necessary.

This paper proposes a method for evaluating the usability of Presencial electronic voting, which was designated UsabVEP (Method of Evaluation of Usability of Electronic Voting Face). The method consists of two phases that have a set of activities and requirements for adequately assessing usability using both heuristic evaluations and user tests. The proposed heuristic method focused on electronic voting in order to find usability problems. In addition a questionnaire that try to measure how easy it is to learn, use, and interact with the software and end-user satisfaction is proposed.

The results show that the proposed UsabVEP method found 46% more usability problems compared to the heuristics proposed by Nielsen, for the electronic voting software in Peru.

Keywords: Usability, electronic voting, Heuristic Evaluation, UsabVEP

Contenido

| | |
|--|------|
| Índice de Figuras | xii |
| Índice de Tablas | xiii |
| Capítulo 1 : Introducción | 1 |
| 1.1. Antecedentes..... | 1 |
| 1.1.1. Antecedentes del Problema..... | 1 |
| 1.1.2. Antecedentes de la Técnica..... | 2 |
| 1.2. Problema | 3 |
| 1.3. Objetivos | 4 |
| 1.3.1. Objetivo General..... | 4 |
| 1.3.2. Objetivos Específicos | 4 |
| 1.3.3. Resultados Esperados..... | 4 |
| 1.4. Alcance..... | 5 |
| 1.4.1. Limitaciones | 5 |
| 1.4.2. Riesgos | 5 |
| 1.5. Justificación..... | 6 |
| 1.5.1. Justificación Práctica | 6 |
| 1.5.2. Justificación Teórica | 6 |
| 1.6. Aportes | 6 |
| 1.7. Organización de la Tesis | 7 |
| Capítulo 2 : Marco Teórico..... | 8 |
| 2.1. Voto Electrónico..... | 8 |
| 2.1.1. Definición | 8 |
| 2.1.2. Solución tecnológica | 9 |
| 2.2. Usabilidad..... | 13 |
| 2.2.1. Definiciones..... | 13 |
| 2.2.2. Importancia de la usabilidad | 16 |
| 2.2.3. Evaluación de la Usabilidad..... | 18 |
| 2.2.4. Métodos de Evaluación de la Usabilidad | 18 |
| 2.2.4.1. Métodos de evaluación Heurísticos..... | 18 |
| - Diez Heurísticas de Nielsen..... | 19 |
| - Las 8 reglas de oro de Shneiderman | 20 |
| - Doce Categorías de heurísticas de Mayhew..... | 21 |
| - Las Reglas de Constantine..... | 21 |
| - Principios de Tognazzini | 22 |
| - Heurísticas de Pierotti..... | 23 |
| - Heurísticas de González, Lorés y Granollers | 24 |
| 2.2.4.2. Métodos Empíricos o basados en pruebas de usuario | 25 |
| - Software Usability Measurement Inventory (SUMI)..... | 25 |

| | |
|--|----|
| - Website Analysis and MeasureMent Inventory (WAMMI)..... | 25 |
| - System Usability Scale (SUS)..... | 26 |
| - Questionnaire for User Interaction Satisfaction (QUIS) | 26 |
| - After Scenario Questionnaire (ASQ) | 27 |
| - Post Study System Usability Questionnaire (PSSUQ) | 27 |
| 2.2.4.3. Conclusiones acerca de los Métodos de Evaluación..... | 27 |
| 2.3. Marco Regulatorio | 28 |
| 2.4. Modelo de los Procesos de la Votación Electrónica..... | 29 |
| 2.4.1. Diagrama de procesos..... | 29 |
| 2.4.2. Diagrama de Flujo de Procesos..... | 29 |
| 2.4.2.1. Proceso de Diagnóstico de Equipos..... | 30 |
| 2.4.2.2. Proceso de Instalación | 32 |
| 2.4.2.3. Proceso de Sufragio..... | 34 |
| 2.4.2.4. Proceso de Escrutinio | 36 |
| 2.4.2.5. Proceso de Transmisión..... | 38 |
| 2.5. Experiencias del Voto Electrónico..... | 40 |
| Capítulo 3 : Estado del Arte | 44 |
| 3.1. Estudios relacionados con la Usabilidad..... | 44 |
| 3.1.1. Evaluación Web: Evaluación Heurística vs. Pruebas de usuario..... | 44 |
| 3.1.2. Análisis cuantitativo en un experimento de evaluación heurística | 44 |
| 3.1.3. Análisis de la Usabilidad con evaluación heurística y Proceso Analítico Jerárquico | 45 |
| 3.1.4. UWIS: Una metodología de evaluación de usabilidad de los sistemas de información basados en la Web | 45 |
| 3.1.5. La evaluación de la usabilidad de sitios web universitarios: Un estudio empírico sobre la Universidad Namik Kemal | 46 |
| 3.1.6. Un enfoque cuantitativo en la evaluación de la usabilidad de un Software educativo (Courseware) | 46 |
| 3.1.7. Modelo de evaluación de la Usabilidad (Health-ITUEM) para software de salud en dispositivos móviles (mHealth)..... | 47 |
| 3.1.8. Un enfoque cuantitativo basado en la percepción humana para evaluar la usabilidad de sitios web académicos..... | 48 |
| 3.1.9. Usabilidad y la Credibilidad en los sitios web de gobierno electrónico | 48 |
| 3.1.10. Evaluación de Usabilidad de sitios web de aprendizaje electrónico | 49 |
| 3.1.11. Evaluación de Usabilidad del sitio web Obamacare | 49 |
| 3.1.12. ¿Tres métodos mejores que uno? Una evaluación comparativa de los métodos de evaluación de usabilidad en un EHR | 49 |
| 3.1.13. Establecimiento de heurísticas de usabilidad para la evaluación heurística en un dominio específico: ¿Hay un consenso? | 50 |
| 3.1.14. Evaluación Heurística de Usabilidad del sitio web móvil de bibliotecas de la Universidad de Hong Kong | 51 |
| 3.1.15. Guía de usabilidad para el diseño de software bancario | 51 |

| | | |
|--|---|----|
| 3.1.16. | El gobierno electrónico en Alabama: Un análisis de la votación del condado y contenido del sitio web de la elección, la usabilidad, la accesibilidad, y la disponibilidad móvil | 52 |
| 3.1.17. | Comparando la Efectividad y la Precisión de nuevas heurísticas de Usabilidad | 52 |
| 3.1.18. | Mejora de la usabilidad en un videojuego a través de evaluaciones continuas de usabilidad..... | 53 |
| 3.1.19. | Evaluación de diseño y usabilidad de una interfaz de múltiples entradas en un entorno idTV | 53 |
| 3.1.20. | Tecnologías de Usabilidad del voto electrónico: un elemento crítico para permitir elecciones exitosas | 54 |
| 3.2. | Conclusión sobre el Estado del Arte | 54 |
| Capítulo 4 : Metodología..... | | 56 |
| 4.1. | Tipo y Diseño de Investigación | 56 |
| 4.2. | Unidad de análisis | 56 |
| 4.3. | Población de estudio | 56 |
| 4.4. | Tamaño de muestra..... | 57 |
| 4.5. | Selección de muestra | 57 |
| 4.6. | Técnicas de recolección de Datos | 60 |
| 4.6.1. | Técnicas..... | 60 |
| 4.6.2. | Instrumentos | 60 |
| 4.7. | Métodos y técnicas de procesamiento y análisis de datos..... | 61 |
| Capítulo 5 : Método de evaluación de la Usabilidad del software del Voto Electrónico Presencial..... | | 63 |
| 5.1. | Descripción del método UsabVEP | 63 |
| 5.1.1. | Actores del Proceso de Evaluación | 64 |
| 5.1.2. | Fase 1: Evaluación heurística..... | 64 |
| 5.1.2.1. | Heurísticas propuestas por el método UsabVEP..... | 65 |
| 5.1.2.2. | Selección de los expertos | 73 |
| 5.1.2.3. | Capacitación a expertos..... | 73 |
| 5.1.2.4. | Identificación de procesos VEP..... | 74 |
| 5.1.2.5. | Identificación de usuarios finales..... | 74 |
| 5.1.2.6. | Identificación de heurísticas | 75 |
| 5.1.2.7. | Preparación de materiales | 75 |
| 5.1.2.8. | Evaluación del software | 75 |
| 5.1.2.9. | Análisis de resultados | 78 |
| 5.1.3. | Fase 2: Evaluación con pruebas de usuarios..... | 84 |
| 5.1.3.1. | Acerca del cuestionario..... | 84 |
| 5.1.3.2. | Selección de Usuarios y Roles..... | 87 |
| 5.1.3.3. | Orientación al usuario. | 89 |
| 5.1.3.4. | Evaluación del usuario | 89 |

| | |
|---|-----|
| 5.1.3.5. Análisis de los resultados..... | 89 |
| 5.2. Resumen | 94 |
| Capítulo 6 : Resultados y Discusión..... | 95 |
| 6.1. Descripción del caso de estudio | 95 |
| 6.1.1. Descripción del caso de estudio de la Fase 1: Evaluación heurística | 95 |
| 6.1.2. Descripción del caso de estudio de la Fase 2: Evaluación con usuarios..... | 96 |
| 6.2. Aplicación del método al caso de estudio | 97 |
| 6.2.1. Realización de la evaluación de la Fase 1: Evaluación heurística..... | 97 |
| 6.2.2. Realización de la evaluación de la Fase 2: Evaluación con usuarios..... | 97 |
| 6.3. Análisis de resultados..... | 97 |
| 6.3.1. Análisis de resultados de la fase 1: Evaluación heurística | 97 |
| 6.3.2. Análisis de resultados de la fase 2: Evaluación con usuarios | 109 |
| 6.4. Mejoras propuestas al sistema | 112 |
| 6.5. Comparación de la usabilidad de la cédula de votación electrónica entre 2 software de voto electrónico..... | 115 |
| 6.6. Validación del método | 118 |
| 6.7. Resumen | 122 |
| Capítulo 7 : Conclusiones y Trabajos futuros..... | 123 |
| 7.1. Conclusiones | 123 |
| 7.2. Recomendaciones y trabajos futuros | 123 |
| Referencias bibliográficas..... | 125 |
| Anexos | 132 |
| Anexo 1: Guía para la evaluación del método UsabVEP..... | 132 |
| - Fase 1: Evaluación heurística..... | 132 |
| - Fase 2: Evaluación con pruebas de usuarios..... | 136 |
| Anexo 2: Cuestionarios y heurísticas mencionadas en el marco teórico | 139 |
| Anexo 2.1. Criterios y Preguntas Heurísticas de la Iniciativa UsabAIPO | 139 |
| Anexo 2.2 Cuestionario SUMI | 140 |
| Anexo 2.3 Cuestionario WAMMI | 142 |
| Anexo 2.4. Cuestionario SUS..... | 143 |
| Anexo 2.5. Cuestionario QUIS | 143 |
| Anexo 2.6: Cuestionario ASQ | 144 |
| Anexo 2.7: Cuestionario PSSUQ..... | 145 |

Índice de Figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 2-1 Secuencia de Votación Electrónica [ONPE, 2014 a] | 12 |
| Figura 2-2. Diagrama de Procesos [Elaboración propia] | 29 |
| Figura 2-3. <i>Diagrama de Proceso de diagnóstico de equipos [Elaboración propia]</i> | 31 |
| Figura 2-4 Diagrama de Proceso de Instalación [Elaboración propia] | 33 |
| Figura 2-5 Diagrama de Proceso de Sufragio [Elaboración propia] | 35 |
| Figura 2-6 Diagrama de Proceso de Escrutinio [Elaboración propia] | 37 |
| Figura 2-7 Diagrama de Proceso de Transmisión de resultados [Elaboración propia] | 39 |
| Figura 2-8 Urna Electrónica [TRIBUNAL SUPERIOR BRASIL, 2014]. | 40 |
| Figura 2-9. Proceso de votación en Argentina [GOBIERNO SALTA, 2014]. | 41 |
| Figura 2-10 Experiencia del Voto electrónico en el mundo [EUSKADI 2014 a] | 42 |
| Figura 5-1 Fases del método UsabVEP | 63 |
| Figura 5-2 Actividades de la Fase 1 del Método UsabVEP <i>[Elaboración propia]</i> | 65 |
| Figura 5-3 Gráfico de estadísticas de criticidad de problemas. <i>[Elaboración propia]</i> | 82 |
| Figura 5-4 Actividades de la Fase 2 del Método UsabVEP. <i>[Elaboración propia]</i> | 84 |
| Figura 5-5 Gráfico de estadísticas por categoría. <i>[Elaboración propia]</i> | 92 |
| Figura 5-6 Gráfico de estadísticas por categoría. <i>[Elaboración propia]</i> | 93 |
| Figura 6-1 : Identificación del elector | 99 |
| Figura 6-2 Flujo de Impugnación del elector | 99 |
| Figura 6-3 Cerrar cabina de votación | 100 |
| Figura 6-4 Transmisión de resultados | 100 |
| Figura 6-5 Total de problemas por Heurística <i>[Elaboración propia]</i> | 103 |
| Figura 6-6 Total de Heurísticas incumplidas por Proceso <i>[Elaboración propia]</i> | 104 |
| Figura 6-7 Porcentaje de Heurísticas incumplidas por Proceso <i>[Elaboración propia]</i> | 104 |
| Figura 6-8 Total de problemas encontrados por Proceso. <i>[Elaboración propia]</i> | 105 |
| Figura 6-9 Porcentaje de problemas encontrados por Proceso. <i>[Elaboración propia]</i> | 105 |
| Figura 6-10 Estadísticas de criticidad de problemas. <i>[Elaboración propia]</i> | 107 |
| Figura 6-11 Total de problemas por categoría de severidad. <i>[Elaboración propia]</i> | 109 |
| Figura 6-12 Porcentaje de problemas por categoría de severidad. <i>[Elaboración propia]</i> | 109 |
| Figura 6-13 Estadísticas por categoría de preguntas. <i>[Elaboración propia]</i> | 110 |
| Figura 6-14 Estadísticas por preguntas del cuestionario. <i>[Elaboración propia]</i> | 112 |
| Figura 6-15 Interfaz de la cédula de capacitación del voto electrónico presencial 2011 | 116 |
| Figura 6-16 . Interfaz de la cédula de capacitación del voto electrónico presencial 2016[[ONPE, 2016 b] | 116 |
| Figura 6-17 Diagrama de Venn del Total de problemas encontrados por método | 119 |
| Figura 6-18 Total de problemas encontrados por método | 120 |
| Figura 6-19 Diagrama de Venn del Total de problemas encontrados por método | 121 |
| Figura 6-20 Total de heurísticas incumplidas por método | 121 |

Índice de Tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 1-1 Procesos electorales con votación electrónica en el Perú. [ONPE, 2014 b] | 1 |
| Tabla 1-2 .Tabla de riesgos identificados [Elaboración propia] | 5 |
| Tabla 2-1 Ventajas y desventajas de la evaluación heurística. [Elaboración propia]. | 19 |
| Tabla 4-1 Sexo de la población electoral [INEI, 2013] | 58 |
| Tabla 4-2 Intervalo de edades de la población electoral peruana [INEI, 2013] | 58 |
| Tabla 4-3 Nivel de instrucción de la población electoral peruana [INEI, 2013] | 59 |
| Tabla 4-4 Descripción demográfica de la evaluación con usuarios | 59 |
| Tabla 4-5 Valores de calificación para el cuestionario UsabVEP. | 61 |
| Tabla 5-1 Heurísticas UsabVEP. [Elaboración propia] | 70 |
| Tabla 5-2 Comparación heurísticas UsabVEP y otros autores | 72 |
| Tabla 5-3 Cuadro de valores de Severidad de problemas [Nielsen, 1995 a] | 74 |
| Tabla 5-4 Cuadro de valores de Frecuencia de problemas [Nielsen, 1995 a] | 74 |
| Tabla 5-5 Formulario de Problemas Identificados [Elaboración propia] | 76 |
| Tabla 5-6 Formulario de Elementos positivos [Elaboración propia] | 77 |
| Tabla 5-7 Formulario de calificación individual. [Elaboración propia] | 77 |
| Tabla 5-8 Formulario de Soluciones a problemas hallados [Elaboración propia] | 78 |
| Tabla 5-9 Reporte de Problemas por heurísticas [Elaboración propia] | 79 |
| Tabla 5-10 Reporte de heurísticas incumplidas por procesos [Elaboración propia] | 80 |
| Tabla 5-11 Reporte de Problemas por procesos [Elaboración propia] | 80 |
| Tabla 5-12 Reporte de estadísticas por problemas. [Elaboración propia] | 82 |
| Tabla 5-13 Reporte de Ranking ordenado por promedio de Severidad [Elaboración propia] | 83 |
| Tabla 5-14 Reporte de problemas por categoría de severidad | 83 |
| Tabla 5-15 Valores de calificación para el cuestionario UsabVEP. | 85 |
| Tabla 5-16 Cuestionario UsabVEP [Elaboración propia] | 85 |
| Tabla 5-17 Sexo de la población electoral [INEI, 2013] | 87 |
| Tabla 5-18 Intervalo de edades de la población electoral peruana [INEI, 2013] | 88 |
| Tabla 5-19 Nivel de instrucción de la población electoral peruana [INEI, 2013] | 88 |
| Tabla 5-20 Reporte de estadísticas por categorías. [Elaboración propia] | 91 |
| Tabla 5-21 Reporte de estadísticas por cada pregunta. [Elaboración propia] | 92 |
| Tabla 6-1 Descripción demográfica de la evaluación con usuarios | 96 |
| Tabla 6-2 Problemas encontrados [Elaboración propia] | 98 |
| Tabla 6-3 Calificación de los expertos [Elaboración propia] | 101 |
| Tabla 6-4 Heurísticas por problemas [Elaboración propia] | 103 |
| Tabla 6-5 Heurísticas incumplidas por procesos de la votación. [Elaboración propia] | 104 |
| Tabla 6-6 Problemas por Procesos de votación. [Elaboración propia] | 105 |
| Tabla 6-7 Reporte de Estadísticas de calificaciones. [Elaboración propia] | 106 |
| Tabla 6-8 : Problemas ordenados por Severidad [Elaboración propia] | 107 |
| Tabla 6-9 : Problemas ordenados por Criticidad [Elaboración propia] | 108 |
| Tabla 6-10 Problemas por categoría de severidad. [Elaboración propia] | 108 |
| Tabla 6-11 : Reporte de estadísticas por categoría. [Elaboración propia] | 110 |
| Tabla 6-12 : Reporte de estadísticas por cada pregunta. [Elaboración propia] | 111 |
| Tabla 6-13 : Comparación de problemas de heurísticas. [Elaboración propia] | 117 |
| Tabla 6-14 : Comparativo de estadísticas de las calificaciones. [Elaboración propia] | 118 |
| Tabla 6-15 Recomendaciones de problemas encontrados. [Elaboración propia] | 118 |
| Tabla 6-16 : Reporte de Problemas por método. [Elaboración propia] | 119 |
| Tabla 6-17 : Reporte de heurísticas incumplidas por método. [Elaboración propia] | 120 |

Capítulo 1 : Introducción

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes del Problema

La Oficina Nacional de Procesos Electorales (ONPE), como elemento principal del sistema electoral peruano, tiene la función de planificar, organizar y ejecutar procesos electorales, referendos y otras consultas populares. Además tiene como prioridad la mejora de los procesos electorales mediante la continua implantación de la votación electrónica con medios electrónicos o cualquier otra modalidad tecnológica, colaborando de esta manera al desarrollo y crecimiento de la democracia en el Perú [ONPE, 2016 c].

Actualmente la ONPE cuenta con una solución tecnológica para el voto electrónico la cual consta de procedimientos, hardware, software y red de comunicaciones que permiten verificar la identidad del elector; emitir, contar y consolidar votos; emitir las actas de instalación sufragio y escrutinio; presentar y transmitir los resultados de un proceso electoral, de referéndum u otras consultas populares [ONPE, 2017].

El Voto Electrónico Presencial se aplicó por primera vez en el distrito de Pacarán, provincia de Cañete, departamento de Lima, el 5 de junio de 2011 en la Segunda Elección Presidencial. A partir de ahí, esta solución se ha ido implementando de manera gradual y progresiva. En la Tabla 1-1 se muestra una tabla resumen de los procesos electorales con su correspondiente distrito en donde tuvo lugar y el total de electores.

Tabla 1-1 Procesos electorales con votación electrónica en el Perú. [ONPE, 2014 b]

| Proceso | Fecha | Distritos | Total de electores |
|---|----------------|---------------------|--------------------|
| Segunda Vuelta Presidencial | Junio 2016 | 19 (*) | 743, 169 |
| Elecciones Generales 2016 | Junio 2016 | 19 (*) | 743, 169 |
| Nuevas Elecciones Municipales Lima 2013 | Noviembre 2013 | Santa María del Mar | 1, 422 |
| Nuevas Elecciones Municipales 2013 | Junio 2013 | Pacarán | 1, 361 |
| Consulta Popular de Revocatoria 2012 | Setiembre 2012 | Pacarán | 1, 340 |
| Segunda Vuelta Presidencial | Junio 2011 | Pacarán | 1, 180 |

(*) Se implementó el voto electrónico en 19 distritos, tanto en varios distritos de Lima como en Pacarán (Cañete), empezando así la masificación del voto electrónico presencial en el Perú [ONPE, 2016 a].

Las diferentes soluciones tecnológicas implementadas para el voto electrónico no solamente deben de tener utilidad para los electores, sino también se debe comprobar si efectivamente son fáciles de usar, debido a que esto ayudará a mejorar la experiencia del ciudadano (teniendo en cuenta la existencia de electores con poco o nulo acceso a dispositivos tecnológicos de última generación). Aquí nace la necesidad de conocer la experiencia del elector, el cual permitirá no solo conocer el grado de satisfacción del usuario sino también mejorar continuamente la calidad y diseño del software reduciendo costos de aprendizaje y errores.

Los electores deben de tener la capacidad de votar con requisitos mínimos en formación y capacitación. Para lograr esto se debe de realizar determinadas pruebas conocidas como evaluaciones de usabilidad. Entiéndase por usabilidad al “grado en que los usuarios ejecutan diferentes tareas sobre una aplicación de manera eficaz, eficiente e intuitiva” [Nielsen, 1993].

1.1.2. Antecedentes de la Técnica

Existen métodos para la evaluación de la usabilidad, dentro de los más usados tenemos las evaluaciones heurísticas y las pruebas con usuarios finales.

Emplear los métodos de evaluación de usabilidad existentes, al ser muy generales y otras enfocadas a distintos ámbitos (Aprendizaje en Línea, Comercio electrónico, sitios web, etc.) tendríamos el problema de no identificar apropiadamente problemas de usabilidad orientados netamente al voto electrónico. Basándonos en métodos generales solo encontraríamos problemas clásicos o típicos de usabilidad, por lo que se debe hacer una personalización o extensión del método empleado al software que se desee someter a evaluación.

Este problema sucedería empleando métodos con evaluaciones heurísticas así como también con pruebas con usuarios. Las pruebas heurísticas en muchos de los casos emplean heurísticas que son básicas y generales para cualquier tipo de

software por lo que puedan pasar por alto algunos problemas de usabilidad específicos al voto electrónico. Lo mismo ocurriría con las pruebas con usuarios, los cuales usan generalmente cuestionarios en cuyas preguntas son muy generales, lo cual solo llevaría a encontrar problemas clásicos de usabilidad.

1.2. Problema

Al aplicar los métodos clásicos de evaluación de usabilidad, tendríamos el problema de que algunas heurísticas (si se tratase de una evaluación heurística) o preguntas (si se tratase de un cuestionario) no están orientadas al voto electrónico. Por otra parte se ve necesario el emplear nuevas heurísticas apropiadas al problema en estudio con el fin de encontrar más problemas de usabilidad.

El no tener una correcta usabilidad en un software de votación electrónica, tendríamos problemas tales como: dificultad de encontrar rápidamente elementos (candidatos, opciones) en la pantalla, dificultad de interactuar con usuarios iletrados o con otros idiomas, instrucciones ilegibles o difíciles de entender, dificultad de interactuar con usuarios con limitaciones visuales o motoras, dificultad de aprender a usarlo, insatisfacción del usuario final, etc.

Ante la falta de un método de usabilidad enfocado al voto electrónico, el presente trabajo de investigación propone un método para la evaluación de la usabilidad del Voto Electrónico Presencial (UsabVEP) el cual presenta heurísticas apropiadas al problema. Además se presenta un estudio que permitirá encontrar problemas de usabilidad y de mejorar diferentes aspectos de este tales como: aprendizaje, satisfacción, diseño, etc.

Por lo descrito anteriormente, no existe un método de usabilidad que este enfocado al voto electrónico presencial, con heurísticas y/o cuestionarios orientados al problema en estudio. En base a esta situación problemática surge la siguiente pregunta ¿De qué manera podemos realizar una evaluación de usabilidad que permita encontrar un mayor número de problemas enfocados a la votación electrónica presencial?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Debido a la necesidad de conocer como evaluar la experiencia del elector usando una votación electrónica y de conocer el grado de satisfacción del elector, así como de detectar problemas de usabilidad, se plantea el siguiente objetivo general:

“Desarrollar un método para la evaluación de la usabilidad del software del voto electrónico presencial”.

El caso de estudio se realizará a la solución tecnológica de la votación electrónica en el Perú.

1.3.2. Objetivos Específicos

En base a este objetivo general se definen los siguientes objetivos específicos:

- **Objetivo 1:** Definir las fases del método para la evaluación de usabilidad que se realizarán al software del voto electrónico presencial.
- **Objetivo 2:** Realizar la evaluación de usabilidad al caso de estudio, analizar los resultados y proponer mejoras de usabilidad según el método propuesto.
- **Objetivo 3:** Validar el método propuesto comparando con las heurísticas propuestas por Nielsen.

1.3.3. Resultados Esperados

Los resultados esperados para cada objetivo específico son los siguientes:

- 1) **Para el objetivo 1:** Documentación del método propuesto para evaluación de usabilidad.
- 2) **Para el objetivo 2:** Documento de análisis de los resultados y reporte de mejoras de usabilidad.
- 3) **Para el objetivo 3:** Documento con reportes de comparación entre el método propuesto y las heurísticas propuestas por Nielsen.

1.4. Alcance

El presente trabajo hará una evaluación de la usabilidad del software del voto electrónico presencial implementado en las Nuevas Elecciones Municipales de Lima 2013 aplicando el método UsabVEP propuesto por el autor. Se evaluará la usabilidad de las interfaces implementadas en los procesos de la votación electrónica (Instalación, Sufragio, Escrutinio y Transmisión) tanto en el equipo de Cabina de votación así como en el equipo de Estación de comprobación y resultados.

1.4.1. Limitaciones

Se hará una comparación de la usabilidad de la cédula de votación electrónica usadas en la segunda vuelta de las elecciones presidenciales del año 2011 y 2016 al haberse empleado 2 software diferentes y al ser la tarea más crítica y en la que diferentes tipos de usuarios interactúan en esta tarea, la emisión del voto.

1.4.2. Riesgos

En la tabla 1-2 se muestran los riesgos del proyecto, su impacto y las medidas que se tomarían para mermar su impacto:

Tabla 1-2 .Tabla de riesgos identificados [Elaboración propia]

| Riesgo identificado | Impacto en el proyecto | Medida de control |
|--|---|---|
| Cumplimento del mínimo de evaluadores al momento de analizar el sistema. | El método de evaluación requiere de la colaboración de los expertos del sistema de votación electrónica para la obtención de datos. | Se gestionarán permisos y se realizará un estudio de los participantes desde etapas iniciales del proyecto. |
| Poca experiencia de los evaluadores en evaluación heurística. | Si algún evaluador tienen poca experiencia se podría alterar la calidad de la información obtenida | Se analizará el perfil de los evaluadores. Tienen que cumplir con la condición doblemente experto. |
| Diferencia de criterios de los evaluadores. | Los evaluadores al no calificar con el mismo criterio puedan obtenerse resultados muy distintos entre los diversos evaluadores. | Se usará formularios que describirá cada criterio de calificación. Seleccionar a los evaluadores con mayor experiencia. |
| Cambio del software del voto electrónico desarrollado por terceros. | Al tener dos soluciones diferentes, (el software empleado en las elecciones anteriores y la desarrollada por terceros) variarán los resultados obtenidos. | Solo se trabajaría con el software usado en los procesos electorales anteriores. Además se podría realizar un estudio comparativo usando ambas soluciones |

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Práctica

Los diferentes métodos para evaluar la usabilidad de un software juegan un importantísimo rol en el desarrollo de sistemas informáticos, porque evidencian problemas de diseño y de interactividad con el software.

El método propuesto UsabVEP evaluará la usabilidad del software del voto electrónico en el Perú, lo cual permitirá conocer y mejorar la experiencia del elector, así como también mejorar continuamente la calidad y diseño del software reduciendo costos de aprendizaje y errores. Este proyecto pretende evaluar y analizar los resultados de la evaluación de la usabilidad realizada al software del VEP, para así poder superar los problemas de usabilidad hallados con el fin de mejorar la experiencia del elector para así poder obtener una mayor aceptación por parte de los ciudadanos.

1.5.2. Justificación Teórica

Existen métodos para la evaluación usabilidad dentro los más usados tenemos las evaluaciones heurísticas y las pruebas con usuarios finales. Algunos métodos están enfocados a distintos ámbitos, otros métodos son muy generales por lo que se debe realizar una personalización o extensión del método empleado al software que se desee someter a evaluación.

Ante la falta de un método de usabilidad enfocado al voto electrónico presencial, el método presenta heurísticas orientado al problema en estudio. Por lo tanto el presente trabajo de investigación propone un método para la evaluación de la usabilidad del Voto Electrónico Presencial (UsabVEP) el cual permitirá encontrar problemas de usabilidad y de mejorar diferentes aspectos de este tales como: aprendizaje, satisfacción, diseño, etc.

1.6. Aportes

El presente proyecto presenta los siguientes aportes:

- Método para evaluar la usabilidad con propuestas de nuevas heurísticas para la evaluación con expertos orientados al software de voto electrónico presencial.
- Un cuestionario para realizar las pruebas con los usuarios finales y que intentará medir el nivel de uso y satisfacción de los usuarios.
- Propuestas de mejoras al software ante los problemas de usabilidad encontrados.

1.7. Organización de la Tesis

El presente trabajo de investigación está organizado en siete capítulos, los cuales son los siguientes:

En el capítulo 1 se describe la introducción del trabajo de investigación, enunciando el problema, objetivo, alcance y justificación de la investigación.

En el capítulo 2 se desarrolla el marco teórico, en el que se describen conceptos relacionados al Voto Electrónico, Usabilidad y los Métodos de Evaluación de la Usabilidad.

En el capítulo 3 se hace una revisión del estado del arte en donde se mencionan diferentes estudios de usabilidad y los métodos utilizados en dichos estudios. Se hace énfasis en las características, objetivos y los métodos usados tanto heurísticos como en pruebas de usuarios.

En el capítulo 4 se define de manera breve la metodología empleada en la tesis.

En el capítulo 5 se describe el método propuesto para la evaluación de la usabilidad del software del voto electrónico presencial, el cual se designó con el nombre de UsabVEP (Método de Evaluación de la Usabilidad del Voto Electrónico Presencial).

En el capítulo 6 se realizan las evaluaciones empleando el método UsabVEP, se analizan los resultados y se proponen mejoras de usabilidad al software evaluado.

En el capítulo 7 se hace un listado de las conclusiones de la investigación y de los trabajos futuros.

Capítulo 2 : Marco Teórico

En el presente capítulo se va a desarrollar conceptos importantes para esta investigación. Para realizar la evaluación de usabilidad del voto electrónico presencial, se deben tener en cuenta algunos conceptos relacionados con la votación electrónica, la usabilidad y sus métodos de evaluación, los cuales se detallarán a continuación.

2.1. Voto Electrónico

2.1.1. Definición

El voto electrónico presencial es una tipo de votación que emplea medios electrónicos y que se distingue del método tradicional por el uso de componentes software y hardware que permiten la automatización de procesos como: “Comprobación de identidad del elector”, “Emisión del voto”, “Conteo de votos” (escrutinio), “Emisión de resultados”, “Transmisión y presentación de resultados” de un proceso electoral.

Algunos de los problemas que solucionan una votación electrónica respecto a la votación tradicional son los siguientes: lentitud en la obtención de los resultados, votos impugnados, error material (inconsistencia de datos numéricos), actas con ilegibilidad, actas incompletas, actas sin datos, actas extraviadas, actas sin Firmas, etc. [ONPE, 2014 a].

Según [Panizo, 2007] una clasificación sencilla del voto electrónico consiste en distribuir los procesos electorales en presenciales y no presenciales. El proceso de votación presencial es cuando se identifica manualmente al elector, empleando una máquina en el local de votación. Por otro lado, el voto es no presencial cuando es remoto mediante Internet o votación telemática.

Según [Tuesta, 2004] podemos encontrar diferentes tipos o modalidades del voto electrónico, entre ellas se tiene: Sistema de votación basado en papel, Sistema de votación de registro directo y Sistema de votación en Red.

Los Sistemas de votación basados en papel permiten al elector realizar su voto mediante marcas hechas directamente sobre una papeleta de votación. Estos sistemas pueden registrar el voto del elector sobre papel o sobre una tarjeta mediante el uso de un dispositivo electrónico, no obstante estos dispositivos no guardan ni computan los votos del elector.

Los Sistema de votación de registro electrónico directo (DRE - “Direct Recording Electronic System”), los votos son registrados mediante un panel de votación, con componentes mecánicos o electroópticos, que puede ser activado por el elector. Los datos se procesan por medio de un software implementado para registrar los datos de la votación. Luego se efectúa el cómputo de los datos almacenados en un dispositivo de memoria removible. El software también puede realizar la transmisión de los votos de manera individual, cada vez que un elector emite su voto, o del resultado total de la votación a una central de datos desde donde se emiten reportes de los resultados.

Los Sistemas de votación en red (Network Voting System) se dividen en: Sistemas de votación en red asistido y no asistido. Los Sistemas de votación en red asistida (Attended Network Voting System) son sistemas de votación presencial que interconecta varias computadoras para poder realizar el voto y el escrutinio. En este caso el elector tiene que apersonarse a un centro de votación, se identifica ante un administrador, se le designa una computadora y realiza su voto. Los Sistema de votación en red no asistido (Unattended Network Voting System) son sistemas de votación no presencial a través de Internet, por lo que el ciudadano no tiene que acercarse a un centro de votación para emitir su voto, sino que puede hacerlo desde cualquier punto con conexión a la red.

Los beneficios que se logran con una votación electrónica son los siguientes:

- Ejecución sencilla en la comprobación de identidad del elector, emisión y suma de los votos.
- Celeridad en transmitir y publicar los resultados.

2.1.2. Solución tecnológica

Los componentes tecnológicos que forman parte de la Mesa de Sufragio, lo componen el equipo de “Cabina de Votación” y el equipo de “Estación de Comprobación, Resultados y Transmisión”, las cuales no están conectadas entre ellas ni a la Internet, existiendo independencia entre equipos (stand-alone) [ONPE, 2014 a].

- **Equipo de Cabina de Votación:** Este equipo permite mostrar la cédula de sufragio y permitir al elector emitir su voto. Después de emitir el voto permite imprimir una constancia de votación para su verificación.
- **Equipo de Estación de Comprobación, Resultados y Transmisión:** Este equipo permite realizar diversas funciones tales como por ejemplo: comprobar la

identidad del elector, imprimir las actas de instalación, sufragio y escrutinio, consolidar los resultados de las cabinas de votación y transmitir los resultados.

El flujo del proceso de votación se describe principalmente en las etapas de Instalación Sufragio, Escrutinio y Transmisión.

La etapa de Instalación es el primer momento de la jornada electoral. Se desarrolla desde que los miembros de mesa reciben el ánfora electoral para su revisión y proceden al acondicionamiento de la mesa de votación. Se realizan las siguientes actividades en el sistema:

- **Configurar Estación de Comprobación:** Se realiza la puesta a cero en el equipo de Comprobación y se imprime una Constancia de Puesta a Cero y el Acta de Instalación.
- **Configurar Estación de Votación:** Se realiza la puesta a cero en el equipo de Votación y se imprime la Constancia de Puesta a Cero.

La etapa de Sufragio es el segundo momento de la jornada electoral. Se inicia después de firmar las actas de instalación. Consiste en la emisión del voto por parte de los electores. Se realizan las siguientes actividades en el sistema:

- **Comprobar la identidad del elector:** El elector entrega su DNI al miembro de mesa y este verifica en el sistema que pertenezca a la mesa de sufragio. Luego el Miembro de mesa le entrega al elector una tarjeta de activación con la cual irá al equipo de cabina para emitir su voto.
- **Emitir Voto:** El elector introduce en la cabina de votación una tarjeta de activación, luego se le muestra la cédula de sufragio en la pantalla y este seleccionará la opción de su preferencia. Luego de emitir su voto, se imprimirá una constancia de votación, el elector deberá retirar la tarjeta y la constancia y deberá regresar a la mesa de sufragio.
- **Introducir constancia votación en el ánfora:** El elector deberá de devolver la tarjeta de activación e introducir la constancia de voto en el ánfora. Luego recibirá su DNI con holograma.
- **Imprimir Acta de Sufragio:** Cuando haya culminado la hora de realizar la votación, el miembro de mesa cerrará la Estación de Comprobación e imprimirá el Acta de Sufragio, el cual muestra el total de electores que han sufragado.

La etapa de Escrutinio es el tercer momento de la jornada electoral, en el cual se generan los resultados y se imprimen las actas de escrutinio. Se realizan las siguientes actividades en el sistema:

- **Configurar Estación de Resultados:** Se realiza una puesta a cero previo a la consolidación de votos.
- **Imprimir los resultados de las cabinas de votación:** En el equipo de votación se imprime los resultados de cada cabina y se copia los resultados en un dispositivo de consolidación. Luego la Cabina de votación es cerrada.
- **Consolidar resultados e Imprimir Acta de Escrutinio:** En el equipo de Comprobación, se consolidan los resultados copiados anteriormente en los dispositivos de consolidación. Luego se imprime un Acta de Escrutinio detallando los resultados.

Por último en la etapa de Transmisión de resultados, se realizan las siguientes actividades:

- **Configurar Estación de Transmisión:** Se realiza una puesta a cero del módulo de Transmisión.
- **Transmitir resultados:** Se transmiten los resultados obtenidos en la consolidación de resultados
- **Digitalizar Actas:** Se escanean las actas de instalación, sufragio y escrutinio para su transmisión.
- **Transmitir Imágenes:** Se transmiten las imágenes obtenidas en la digitalización de actas.

En la figura 2-1, se muestra un gráfico describiendo la secuencia de votación electrónica por cada uno de sus procesos (Instalación, Sufragio, Escrutinio y Transmisión), en los diferentes equipos electrónicos usados el día electoral.

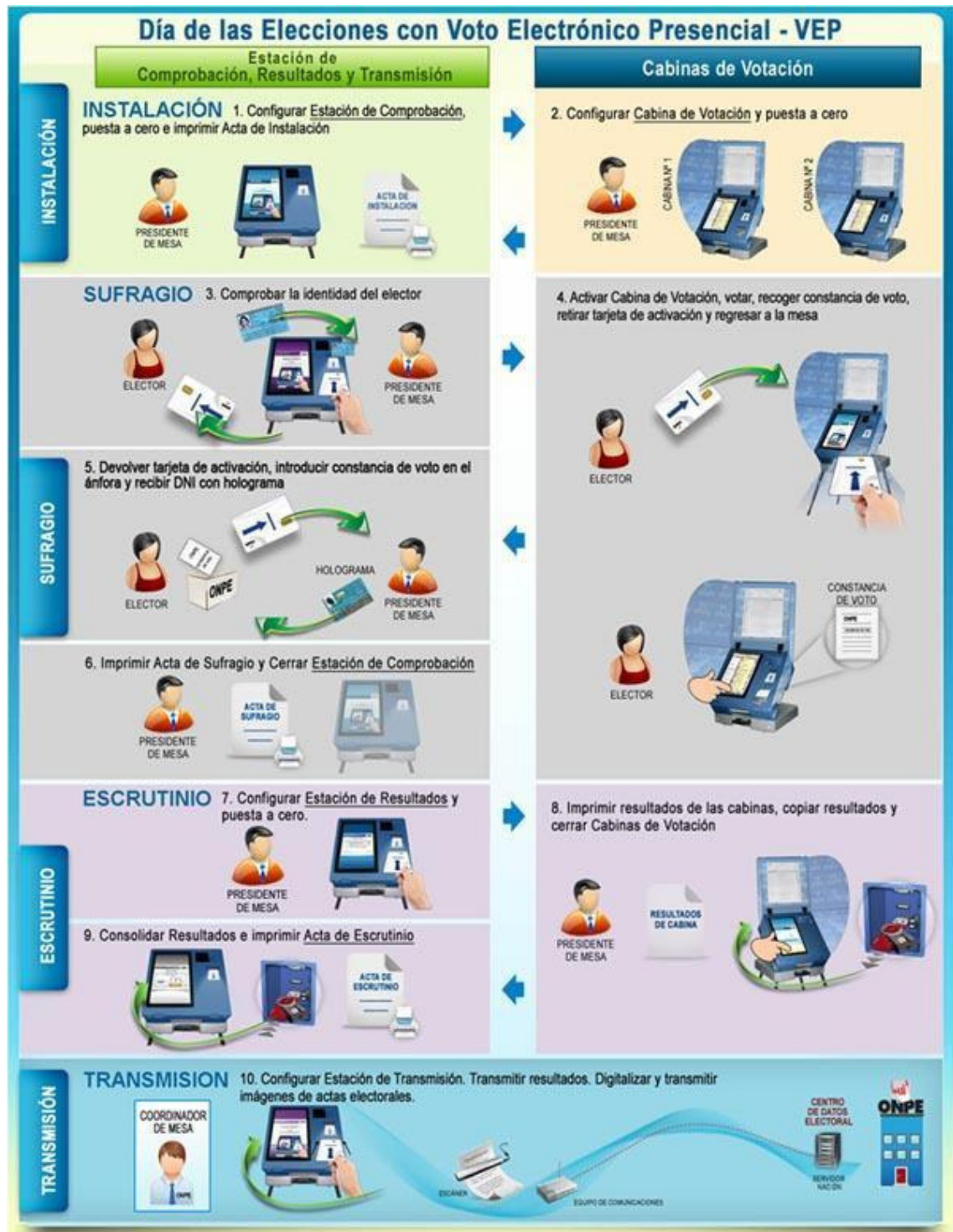


Figura 2-1 Secuencia de Votación Electrónica [ONPE, 2014 a]

Además de describir el flujo del proceso de votación, es necesario identificar los usuarios que participan en dicho proceso, los cuales podemos mencionar:

- **Miembro de Mesa:** Es la máxima autoridad en la mesa de sufragio, encargado de realizar la verificación de la identidad del votante, Imprimir resultados de las cabinas de votación, Consolidar resultados e imprimir y firmar las actas de Instalación, Sufragio y Escrutinio.
- **Coordinador de Mesa:** Usuario encargado de realizar el Diagnóstico de los equipos de Estación de Comprobación y Cabina de Votación, así como también Digitalizar las actas y Transmitir los resultados.
- **Elector:** Usuario encargado de emitir su voto seleccionando sobre la pantalla la opción de su preferencia.

2.2. Usabilidad

2.2.1. Definiciones

Entre las diversas definiciones de usabilidad relacionadas con la ingeniería de software tenemos:

ISO/IEC 9241-11 define la usabilidad y explica cómo identificar la información que es necesaria a tener en cuenta a la hora de especificar o evaluar la usabilidad de una pantalla visual en términos de medidas de desempeño y satisfacción del usuario. ISO 9241 define algunos criterios ergonómicos para el trabajo de oficina con pantallas de visualización de datos. Este estándar define la usabilidad como: “El grado en el que un producto puede ser usado por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico.” [ISO, 1998].

En esta parte de la norma encontramos también las siguientes definiciones:

- **“Eficacia”:** Precisión y la exhaustividad con la que los usuarios logran objetivos específicos.
- **“Eficiencia”:** Recursos invertidos en relación a la exactitud y la exhaustividad con la que los usuarios alcanzan los objetivos.
- **“Satisfacción”:** Actitudes positivas, comodidad y aceptación hacia el producto.
- **“Contexto de uso”:** Usuarios, equipos, tareas, y el entorno físico y social en el que se usa el producto.

Otra definición la podemos obtener de ISO/IEC 9126, que es un estándar internacional para la evaluación de la calidad del software y menciona lo siguiente: “La usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso” [ISO, 2001].

Cada de estos criterios se describe como:

- **“Comprensibilidad”**: Capacidad del software que permite entender si el producto es adecuado, y cómo puede ser usado. Las interfaces y operaciones deben ser entendibles o evidentes.
- **“Aprendizaje”**: Capacidad del software que permite a un nuevo usuario aprender fácilmente a usarlo. Por ejemplo opciones de ayuda y una adecuada documentación deben explicar el común de las tareas.
- **“Operatividad”**: Capacidad que permite el fácil control y ejecución de tareas.
- **“Atractividad”**: Se define como la capacidad del producto software para ser atractivo al usuario.
- **“Complacencia”**: Se define como la capacidad del producto software para adherirse a estándares, convenciones, guías de estilo o regulaciones relacionadas con la usabilidad.

Se puede mencionar también a Jakob Nielsen, quien es uno de los principales investigadores en usabilidad y quien define a la usabilidad como: “Grado en el que los usuarios interactúan con una aplicación de manera eficaz, eficiente e intuitiva” [Nielsen, 1993]. Además, define la usabilidad asociada a cinco atributos:

1. **“Facilidad de aprendizaje”**: El usuario debe completar con celeridad alguna tarea en el sistema.
2. **“Eficiencia”**: Una vez que se ha aprendido a usar el sistema se debe de tener la capacidad de llegar a un alto grado de productividad.
3. **“Facilidad de recordar”**: El usuario casual debe estar capaz para volver a usar el sistema después de algún tiempo de no haberlo usado, sin tener que aprenderlo nuevamente.
4. **“Prevención de Errores”**: Se debe de tener una baja tasa de error y en caso existiesen errores, el sistema debe tener la capacidad de recuperarse.
5. **“Satisfacción”**: La interacción con el software debe ser agradable al usuario para que logre satisfacción.

Entre otros expertos sobre la usabilidad podemos mencionar a: Brian Shackel, Nigel Bevan, Jenny Preece y Whitney Quesenbery, los cuales presentan sus propias definiciones.

Brian Shackel presenta un modelo donde la aceptación de un producto está en un nivel más alto y está en función de la percepción de utilidad, usabilidad, agrado y costes. La utilidad se refiere a la armonía entre las necesidades del usuario y la usabilidad del producto, el agrado se refiere a evaluaciones afectivas, y los costes incluyen valores financieros así como consecuencias sociales y de organización.

Shackel hace la siguiente definición: "La usabilidad de un sistema o de un equipo, en términos funcionales humanos, es la capacidad de utilizar fácilmente y con eficacia por el rango especificado de usuarios, dado el entrenamiento y la ayuda especificada, satisfacer el rango especificado de tareas, dentro del rango especificado de escenarios de entorno," o en términos más cortos como: "Capacidad de ser utilizado por los seres humanos fácilmente y con eficacia" [Shackel, 1991]. Además define los siguientes criterios:

- **“Eficacia”**: Se refiere a los resultados de la interacción en términos de la celeridad y de los errores.
- **“Aprendizaje”**: Es la “relación del funcionamiento al entrenamiento y a la frecuencia del uso”, es decir el tiempo en aprender por un nuevo usuario y la retención de un usuario acostumbrado.
- **“Flexibilidad”**: Adaptación a nuevas tareas y ambientes.
- **“Actitud”**: Representa los "niveles aceptables de costes humanos en términos del cansancio, la molestia, la frustración y el esfuerzo personal".

Nigel Bevan es otro experto en el tema de usabilidad, lidera la iniciativa UPA Usability Body of Knowledge, y ha contribuido al desarrollo de la norma ISO 13407. Bevan define la usabilidad como: “La facilidad de uso y la aceptabilidad de un sistema o producto para una clase particular de usuarios que llevan a cabo tareas específicas en un entorno específico”. [Bevan, 1991].

Jenny Preece hace la siguiente definición: “La usabilidad es el desarrollo de productos interactivos fáciles de aprender, sencillos de usar y agradables desde la perspectiva del usuario. En concreto, la usabilidad se desglosa en los siguientes

objetivos: efectividad, eficiencia, seguridad, utilidad, capacidad de aprendizaje y memorabilidad”. [Preece, 2002]

Whitney Quesenbery define la usabilidad en base a cinco características a las que denomina las 5E:

- “Effective” (Eficaz): Integridad y exactitud con que los usuarios logran sus metas.
- “Efficient” (Eficiente): Velocidad con la que el usuario puede realizar tareas para las que usa el producto.
- “Engaging” (Atractiva): Un buen diseño la parte más importante de esta característica. Una interfaz es atractiva, si es agradable y satisfactoria al usar.
- “Error-Tolerant” (Tolerante a errores): Una interfaz debe estar diseñada para ayudar al usuario a recuperarse de los errores que se comete.
- “Easy-to-learn” (Fácil de aprender): Permite que los usuarios desarrollen sus conocimientos sin mucho esfuerzo [Quesenbery, 2001].

Respecto a las definiciones propuestas sobre la usabilidad podemos observar que los autores hacen hincapié principalmente en las características de Eficacia, Eficiencia, Aprendizaje, Memorabilidad, Atractividad y Satisfacción; por ello podemos afirmar como definición de usabilidad al “grado en que los usuarios interactúan con el sistema de manera eficaz, eficiente, segura y que tan fácil es de aprender, usar y recordar, de manera que sea atractivo y satisfactorio para los usuarios”. Por lo tanto la usabilidad tiene como objetivo alcanzar altos niveles de estas características mencionadas.

2.2.2. Importancia de la usabilidad

Entre los principales beneficios que presenta un software de tener niveles altos de usabilidad se puede mencionar:

- Reducción de tiempo y costos en capacitación y aprendizaje.
- Reducción en la tasa de errores y del re trabajo.
- Optimización de los costes de diseño, rediseño y mantenimiento.
- Aumenta la comodidad y satisfacción del usuario.
- Mejora la calidad de vida de los usuarios, reduciendo su estrés.
- Mejora el prestigio de la institución.

Según Nielsen Norman Group [Nielsen, 2012] en la web, “la usabilidad es una condición necesaria para la supervivencia. Si un sitio web es difícil de usar, la gente se va. Si la página no expone claramente lo que una empresa ofrece y lo que pueden hacer los usuarios en el sitio, la gente se va. Si los usuarios se pierden en un sitio web, se van. Si la información de un sitio web es difícil de leer o no responden a las preguntas clave de los usuarios, estos se van. La primera ley del comercio electrónico es que si los usuarios no pueden encontrar el producto, no pueden comprarlo tampoco. Para intranets, la usabilidad es una cuestión de productividad de los empleados. Los usuarios pierden tiempo realizando instrucciones difíciles y esto es el dinero que se gasta mediante el pago de estar en el trabajo sin conseguir el trabajo hecho”.

Además [Nielsen, 2012] menciona que, “las mejores prácticas actuales requieren de un gasto de alrededor de 10% del presupuesto de un proyecto de diseño en la usabilidad. En promedio, esto será más del doble de las métricas de calidad deseados de un sitio web y un poco menos del doble de las métricas de calidad de una intranet”.

Otra importancia sobre la usabilidad se puede encontrar en la Fundación SIDAR-Acceso Universal, que es una entidad que tiene por objetivos difundir, formar, investigar y promover la accesibilidad (adaptabilidad + usabilidad). Según [SIDAR, 2014] la usabilidad es importante por lo siguiente:

- Reducen costos y tiempos de producción, previniendo el rediseño y disminuyendo cambios posteriores en el sistema.
- Reducen costos de mantenimiento y apoyo al requerir menos entrenamiento y soporte para el usuario.
- Reducen costos de uso, adaptándose a las necesidades del usuario incrementan la productividad reduciendo el esfuerzo y permitiendo a los usuarios manejar una diversidad más amplia de tareas. En cambio los sistemas con baja usabilidad disminuyen el bienestar y motivación y pueden incrementar el absentismo. Esto conlleva a pérdidas en tiempos de uso que no son aprovechados en su totalidad, el usuario puede desinteresarse en características avanzadas del sistema y que podrían nunca usarse.

- Incrementa la calidad del producto. Un diseño centrado en el usuario resulta ser un producto de mayor calidad de uso además de ser más competitivo en el mercado.

2.2.3. Evaluación de la Usabilidad

Evaluar la usabilidad consiste en un proceso que pretende medir el nivel de usabilidad de un software específico. Durante este proceso se juzga uno o más atributos a los que se le asigna cierto valor de acuerdo a determinados criterios [Karat, 1997].

La evaluación de usabilidad permite la validación de todos los requisitos. Esta evaluación es una de las actividades más importantes cuando se diseña una interfaz de usuario. El no tener una buena usabilidad puede distanciar a sus usuarios y hasta desacreditar o inutilizar el producto.

Según [Galitz, 2007], evaluar la usabilidad es importante por lo siguiente:

- Los usuarios y desarrolladores tienen diferentes conocimientos y perspectivas.
- La idea de lo que desea el usuario no siempre es la correcta por parte de los desarrolladores.
- Una buena interfaz debe permitir a los usuarios con diferentes habilidades poder ejecutar sus tareas de manera adecuada y lograr sus objetivos.
- La usabilidad no solo depende de la apariencia de la interfaz, existen otras muchas características a evaluar. La “atractividad” es solo un criterio a ser evaluado.
- Las guías y estándares de diseño son importantes pero no son suficientes. Es necesario tener en cuenta principios de usabilidad que garanticen una buena usabilidad del sistema.

2.2.4. Métodos de Evaluación de la Usabilidad

Los métodos para evaluar la usabilidad pueden ser heurísticos o empíricos. Los heurísticos (también llamados no empíricos), implican la participación de expertos especialistas en usabilidad. Los empíricos constan de técnicas e instrumentos que requieren de la participación de usuarios [Rubin, 2009].

2.2.4.1. Métodos de evaluación Heurísticos

Según [Dix, et al., 2004] “una heurística es una regla, principio o guía en la que un evaluador se apoya para realizar la evaluación de la usabilidad”. La falta o el incumplimiento de alguna heurística estaríamos ante un problema de usabilidad.

La principal ventaja de la evaluación heurística es su bajo coste, dependiendo del número de evaluadores expertos. [Nielsen, 1993 b] en un estudio recomienda un mínimo de tres evaluadores. Además [Nielsen, 1993] menciona que “las evaluaciones heurísticas detectan aproximadamente el 42% de los problemas graves de diseño y el 32% de los problemas menores”, dependiendo del número de evaluadores.

Otra ventaja es que puede ser usado en cualquier instante del ciclo de desarrollo, aunque seguramente sea más útil en fases tempranas.

Algunas desventajas podemos mencionar que al emplear métodos heurísticos casi siempre se debe definir criterios más adecuados y específicos al ámbito o entorno del sistema, ya que de no hacerlo solo encontraríamos problemas clásicos o generales de usabilidad.

En la tabla 2-1 se mencionan ventajas y desventajas de los métodos de evaluación heurística.

Tabla 2-1 . Ventajas y desventajas de los métodos heurísticos. [Elaboración propia].

| Ventajas | Desventajas |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Fáciles de realizar. - Costo relativamente bajo. - No se requiere la presencia del usuario final (solo expertos). - Se pueden identificar muchos problemas. | <ul style="list-style-type: none"> - Los evaluadores deben tener experiencia. - Los evaluadores pueden no tener un adecuado entendimiento de las tareas que realiza el software. - Muchas veces las heurísticas son muy generales y solo encontraríamos problemas clásicos y no los específicos al ámbito. - No existe una forma sistemática de generar soluciones a los problemas encontrados. |

Entre las principales heurísticas más importantes podemos mencionar:

- **Diez Heurísticas de Nielsen**

[Nielsen, 1993] propone diez heurísticas de usabilidad las cuales son las siguientes:

1. **“Visibilidad del estado del sistema”**: El sistema debe retroalimentar al usuario manteniéndolo informado acerca de lo que esté sucediendo.
2. **“Consistencia entre el sistema y el mundo real”**: El sistema debe ser entendible y familiar al usuario, reflejando coherencia con la realidad.
3. **“Control y libertad del usuario”**: Por ejemplo tener opciones de deshacer y rehacer acciones o salidas de emergencia, evitando “callejones sin salida”.
4. **“Consistencia y estándares”**: Se debe seguir las convenciones, por ejemplo: usar el mismo estilo y diseños en ventanas diferentes, terminología homogénea, opciones en la misma ubicación, etc.

5. **“Prevención de errores”**: Se debe de evitar que los errores sucedan, por ejemplo: un campo obligatorio que cambia de color recordando que se ha dejado en blanco, indicar formatos de entrada, mensajes de confirmación, etc.
6. **“Reconocer antes que recordar”**: El usuario no tiene que recordar la información de un dialogo a otro, se puede hacer uso de opciones visibles.
7. **“Flexibilidad y eficiencia del uso”**: Permitir adaptarse a diferentes formas de trabajo. Por ejemplo uso de “teclas rápidas”, “atajos”, “migas de pan”, etc.
8. **“Diseño estético y minimalista”**: Se debe mostrar solo la información importante y requerida. Elementos innecesarios distraerían al usuario en su tarea.
9. **“Ayudar al usuario para reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores”**: Los mensajes de error deben ser adecuados sin tecnicismos y sugerir opciones de solución.
10. **“Ayuda y documentación”**: Mostrar una guía o asistente que ayuden al usuario en el uso de las opciones.

- Las 8 reglas de oro de Shneiderman

En el año 1987, Ben Shneiderman desarrolló las 8 reglas de oro para el diseño de interfaces, los cuales se describen a continuación: [Shneiderman, 1987]

1. **“Esforzarse por la consistencia”**: Usar la misma terminología y comandos en diferentes partes del sistema.
2. **“Proporcionar atajos para los usuarios frecuentes”**: Los atajos ofrecen mayor rapidez en la ejecución de tareas para los usuarios más experimentados.
3. **“Ofrecer retroalimentación (Feedback)”**: Ofrecer respuestas por cada acción ejecutada.
4. **“Diseñar el diálogo para mostrar el trabajo pendiente”**: Diseñar secuencias de acciones organizadas en grupos indicando las acciones a realizar.
5. **“Ofrecer una gestión de errores simple”**: Mostrar mecanismo de solución en caso sucedan errores.
6. **“Permitir deshacer fácilmente las acciones realizadas”**: Importante en caso que el usuario realice una acción involuntaria o errónea.
7. **“Soportar el control por el usuario”**: El usuario debe de tener el control de las acciones evitando forzar seguir una acción o camino determinado.
8. **“Reducir la carga de memoria a corto plazo”**: Lo que se muestra en pantalla debe ser lo más simple posible.

- Doce Categorías de heurísticas de Mayhew

En 1992 Deborah Mayhew elaboró 12 categorías de heurísticas las cuales son las siguientes [Mayhew, 1992]:

1. **“Compatibilidad del usuario, del producto, de las tareas y de los procesos del sistema”**: El producto final debe de adaptarse a las necesidades del usuario.
2. **“Consistencia y robustez”**: Los errores no deben confundir al usuario, El sistema debe de prevenir errores y no ser vulnerable.
3. **“Familiaridad”**: Un usuario se adaptará mejor al uso de un sistema parecido que ya haya estado antes, por lo que le será más fácil adaptarse a las nuevas interfaces.
4. **“Simplicidad”**: La interacción debe ser lo más simple posible para facilitar el aprendizaje y uso.
5. **“Manipulación directa”**: Se debe poder utilizar todas las opciones que ofrece el sistema.
6. **“Control”**: El usuario debe tener el control total de las taras y opciones.
7. **“WYSIWYG: (What you see is what you get)”** es recomendable mostrar el formato o aspecto final que se obtendrá como repuesta de alguna tarea.
8. **“Flexibilidad”**: Adaptarse a diferentes tipos de usuarios.
9. **“Sensibilidad y retroalimentación”**: Mantener informado al usuario de su estado.
10. **“Tecnología invisible”**: El usuario no debe notar que tecnologías usa el sistema.
11. **“Protección”**: Nadie externo al sistema debe de acceder a los datos del usuario.
12. **“Facilidad de uso y aprendizaje”**: Importante para que el usuario realice sus tareas de manera fácil, rápida y eficiente.

- Las Reglas y Principios de Constantine

En 1995 Larry Constantine publicó 5 reglas generales y 6 principios específicos para el diseño de interfaces usables y facilitar el aprendizaje [Constantine, 1995].

Las 5 reglas generales son:

1. **“Acceso”**. Operar el sistema sin ayuda ni instrucciones.
2. **“Eficacia”**. Permitir realizar la tarea sin impedimentos.
3. **“Progresión”**: Facilitar el aprendizaje y desarrollo continuo de las habilidades del usuario.

4. **“Soporte”**: Se debe hacer que el trabajo del usuario sea simple, fácil, y divertido.
5. **“Contexto”**. El sistema debe ser agradable en su condición y ambiente operacional.

Los 6 principios propuestos por el autor son:

1. **“Visibilidad”**: Visualizar todas las opciones necesarias para realizar el trabajo del usuario sin elementos redundantes.
2. **“Retroalimentación”**: Mantener informado al usuario del estado del sistema.
3. **“Estructura”**: Organización coherente de la interfaz de usuario.
4. **“Reutilización”**: Reutilizar componentes para disminuir la necesidad de los usuarios de recordar y pensar.
5. **“Tolerancia”**: Se debe prevenir los errores tolerando diferente tipos de entradas.
6. **“Simplicidad”**: Proporcionar atajos, hacer tareas fáciles de ejecutar, dar mensajes simples al usuario.

- Principios de Tognazzini

Bruce Tognazzini en el año 2003 dió a conocer un conjunto de principios que se describen a continuación: [Tognazzini, 2003]

1. **“Anticipación”**: Los sistemas deben anticipar las necesidades del usuario. Por ejemplo mostrar búsquedas u opciones de preferencia de los usuarios o mostrar todo lo necesario para su trabajo.
2. **“Autonomía”**: Mantener información actualizada sobre el estado del sistema.
3. **Daltonismo**: Transmitir información complementaria en caso se utilice el color para mostrar algún tipo de información.
4. **“Consistencia”**: Hace mención a la siguiente lista de elementos:
 - a. “Interpretación del comportamiento del usuario”.
 - b. “Estructuras invisibles”.
 - c. “Estructuras visibles pequeñas”.
 - d. “El aspecto general de una aplicación o servicio (presentación, elementos de diseño).”
 - e. “Una suite de productos.”
 - f. “Consistencia interna.”
 - g. “Consistencia con la plataforma.”

5. **“Valor por defecto”**: Poder reemplazar fácilmente los valores habituales y “restablecer valores iniciales”.
6. **“Eficacia del usuario”**: Se debe de buscar la productividad del usuario minimizando el tiempo de respuesta del sistema.
7. **“Interfaces explorables”**: El acceso a las opciones del sistema no debe de tener mucha resistencia. Es recomendable tener bien señaladas las “vías de exploración” para facilitar la exploración del usuario, de manera que todas sus acciones puedan ser reversibles.
8. **“Objetos humanos”**: Son aquellos elementos de la interfaz que se pueden percibir de manera estándar y deben ser comprensibles y consistentes.
9. **“Reducción de la latencia”**: Usar multihilo en caso sea necesario para dejar la latencia en segundo plano. Algunos ejemplos de uso de latencia podemos mencionar:
- Devolver una retroalimentación visual en los primeros 50 milisegundos.
 - Mostrar reloj de arena animado si la tarea dura entre medio segundo y 2 segundos.
 - Mostrar la duración estimada para cualquier proceso en caso dure más de 2 segundos. Esta información puede ser proporcionada mediante barras de progreso.
10. **“Aprendizaje”**: Se debe tener una adecuada capacitación al usuario. Lo ideal sería que el usuario interactúe intuitivamente con el sistema la primera vez que lo use.
11. **“Uso de metáforas”**: Usar adecuadamente la terminología para permitir al usuario su comprensión.
12. **“Proteger el trabajo”**: Evitar que el usuario pierda su trabajo por causa de fallo involuntario, problemas de conexión o fluido eléctrico.
13. **“Legibilidad”**: Uso de adecuado contraste en los colores utilizados para mostrar la información. El tamaño y estilo de la letra debe ser legible.
14. **“Guardar el estado”**: Se debe almacenar temporalmente la información de estado para facilitar el trabajo durante la sesión de conexión de un cliente y en el servidor.
15. **“Navegación visible”**: Intentar aminorar la navegación y ofrecerla de manera clara. Evitar el uso de mapas de navegación.

– **Heurísticas de Pierotti**

Deniese Pierotti agregó tres categorías de heurísticas a las ya establecidas por Molich y Nielsen [Pierotti, 2004], las cuales son:

1. **“Habilidades”**: El sistema debe incentivar a incrementar las habilidades, conocimientos y experiencia del usuario.
2. **“Interacción respetuosa y placentera”**: Interactuar con el sistema debe ser estéticamente agradable y funcional.
3. **“Privacidad”**: El sistema debe proteger la información confidencial del usuario.

- **Heurísticas de González, Lorés y Granollers**

González, Lorés y Granollers desarrollaron 4 categorías de heurísticas, los cuales a su vez se dividen en criterios heurísticos, que a su vez se subdividen en preguntas heurísticas [González, et al., 2009], [González, et al., 2006]. Las categorías son las siguientes:

La categoría de **“Diseño”** presenta las siguientes subcategorías:

1. **“Diseño gráfico”**: Interfaces amigables con texto simple, accesible y que incluya un “diseño líquido”.
2. **“Imágenes”**: Las imágenes y elementos animados deben tener una buena calidad de visualización.

En la categoría de **“Navegación”** tenemos:

3. **“Áreas de navegación”**: La cantidad de elementos del menú debe ser la necesaria, los elementos deben estar visibles y de fácil localización.
4. **“Orientación”**: Los aspectos relacionados al posicionamiento de los elementos en la interfaz debe ser la adecuada. Por ejemplo: acceso a la página de inicio, existencia de elementos de orientación e identificación de los enlaces .

En la categoría de **“Contenido”** se mencionan:

5. **“Información”**: Hace hincapié a la claridad y actualización de los datos.
6. **“Internacionalización”**: Opciones de idiomas en el sistema.

En la categoría de **“Búsqueda”** se desglosa en:

7. **“Área de búsqueda”**: Opciones de buscador en el sistema.
8. **“Resultado de la búsqueda”**: Que tan comprensible son los resultados de la búsqueda.

Un resumen de estas heurísticas se encuentra en el Anexo 2.1

2.2.4.2. Métodos Empíricos o basados en pruebas de usuario

Una de las formas de medir la usabilidad que más éxito ha tenido se basa en contestar una colección de preguntas que deben responderse en un rango determinado de respuestas. Se procesan mediante estudios estadísticos.

Entre los cuestionarios más importantes se encuentran los siguientes:

- **Software Usability Measurement Inventory (SUMI)**

Evalúa la calidad del software mediante un cuestionario desde el punto de vista del usuario final. SUMI es un método consistente para la evaluación de la calidad de uso de un producto software o prototipo, y puede ayudar con la detección de defectos de usabilidad antes de que se envíe un producto.

Consta de 50 preguntas en las que el usuario responde: "De acuerdo", "No sé", "En desacuerdo". SUMI muestra resultados fiables con tan sólo 12 usuarios.

SUMI se menciona en la norma ISO 9241 como un método reconocido de las pruebas de satisfacción de los usuarios. Las preguntas de este cuestionario se encuentran en el Anexo 2.2 [Kirakowski, 1995].

- **Website Analysis and MeasureMent Inventory (WAMMI)**

WAMMI se basa en 20 preguntas que reflejan los puntos de vista de los usuarios en un sitio web sobre la facilidad de uso. También consta de algunas preguntas de texto abiertas para recoger la opinión de los participantes en relación con los mejores aspectos de la página web y si los participantes sintieron algo que le faltaba a la página web. Las puntuaciones a lo largo de cada escala de usabilidad se componen de contribución ponderada de las calificaciones recibidas de las declaraciones.

Se calcula un promedio de las 5 subescalas de usabilidad (Atractivo, controlabilidad, eficiencia, utilidad y Facilidad de aprendizaje). También hay un conjunto Puntuación Global Usabilidad (GUS – Global Usability Score) de lo bien que los visitantes valoran su sitio. Una puntuación media es de 50 y una puntuación perfecta es 100. [Claridge, 2016]. Los usuarios responderán al cuestionario calificando cada ítem de acuerdo a la siguiente calificación: "Totalmente en desacuerdo", "En

desacuerdo”, “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, “De acuerdo”, “Totalmente de acuerdo”. Las preguntas de este cuestionario se encuentran en el Anexo 2.3

- System Usability Scale (SUS)

Fue desarrollado por John Brooke en Digital Equipment Corporation en el Reino Unido en 1986 como una herramienta para ser utilizada en la ingeniería de usabilidad de los sistemas electrónicos de oficina. Consta de 10 preguntas y da una visión global de las evaluaciones subjetivas de la usabilidad y se usa por lo general después de que un usuario ha utilizado un sistema. Se solicita a los usuarios el registro inmediato de su respuesta a cada punto en lugar de pensar largamente en los mismos. Si el usuario no se siente capaz de responder a alguna pregunta en particular, habrá de señalar el valor central de la escala.

La escala SUS es una escala de Likert que genera un número, representando una medida compuesta de la usabilidad del sistema. Las puntuaciones independientes no son significativas por sí mismas.

Para el cálculo de la puntuación del SUS, hay que sumar primero las contribuciones de cada punto. La contribución de cada punto valdrá entre 0 y 4. Para las preguntas: 1, 3, 5, 7 y 9, la contribución será la posición de la escala menos 1. Para las preguntas 2, 4, 6, 8 y 10, la contribución será 5 menos la posición en la escala. Luego se multiplica la suma de los resultados por 2.5 para obtener el valor global del SUS. El resultado estará entre 0 y 100. Las preguntas de este cuestionario se encuentran en el Anexo 2.4 [BROOKE, 1986]

- Questionnaire for User Interaction Satisfaction (QUIS)

Fue desarrollado por un grupo de investigadores en el Laboratorio de Interacción Persona-Ordenador (Human-Computer Interaction Lab - HCIL) en la Universidad de Maryland en College Park.

QUIS fue diseñado para evaluar la satisfacción subjetiva de un usuario y contiene un cuestionario demográfico, una medida de la satisfacción general del sistema, y una medida de factores específicos de la interfaz como la visibilidad de la pantalla, la terminología y la información del sistema, factores de aprendizaje y capacidades del sistema. Cada ítem de este cuestionario tiene una escala de evaluación del 0 al 9. Las preguntas de este cuestionario se encuentran en el Anexo 2.5 [HCIL, 1987]

- **After Scenario Questionnaire (ASQ)**

Fue desarrollado por Lewis, y se realiza después de haber completado un escenario normal. ASQ contiene 3 preguntas, cada una con una escala de calificación de 7 puntos (1 = Muy en desacuerdo y 7 = Totalmente de acuerdo).

La puntuación ASQ puede calcularse tomando el promedio (media aritmética) de las 3 preguntas. Si una pregunta se salta por el sujeto, la ASQ se puede calcular el promedio de las calificaciones restantes. Las preguntas de este cuestionario se encuentran en el Anexo 2.6. [Lewis, 1991]

- **Post Study System Usability Questionnaire (PSSUQ)**

Fue desarrollado por Lewis y se realiza después de haber interactuado todos los escenarios. Al igual que la ASQ, el PSSUQ requiere que el usuario marque su respuesta a cada pregunta en base a una escala de 7 puntos. [Lewis, 1992]

El cuestionario PSSUQ se puede utilizar para producir las siguientes medidas: “Satisfacción general del usuario con su sistema”, “Utilidad del sistema”, “Calidad de la información” y “Calidad de la Interfaz”. Las preguntas de este cuestionario se encuentran en el Anexo 2.7.

2.2.4.3. Conclusiones acerca de los Métodos de Evaluación

Los métodos con evaluación heurísticas expuestas han definido diversos criterios o reglas para encontrar problemas de usabilidad. Las primeras heurísticas desarrolladas son generales para cualquier tipo de software por lo que no siempre se ajustan en su totalidad a las características del sistema que se quiere evaluar. Métodos desarrollados posteriormente personalizan y extienden las heurísticas que las precedieron, para así poder cubrir todos los posibles aspectos de usabilidad.

Otra de las formas muy usadas para medir la usabilidad se basa en contestar una colección de preguntas con la participación de usuarios. El principal aporte de este tipo de pruebas es que nos permite conocer el grado de satisfacción que tiene el usuario y sus valoraciones sobre los contenidos.

Podemos encontrar algunas comparaciones entre los métodos de evaluación heurísticos y los basados en pruebas de usuarios como son los siguientes:

- Ambos métodos proporcionan una valiosa visión de los problemas de usabilidad y se complementan una con otra.
- Ningún método puede ser sustituido por el otro.
- Ambos métodos cubren diferentes problemas y diferentes niveles de severidad.
- La evaluación heurística tiende a cubrir los problemas de más alto nivel estructural, mientras que las pruebas de usuario depende únicamente de los escenarios.
- El análisis heurístico identifica un mayor número de problemas que las pruebas de usuario, pero se recomienda usar ambos métodos. [Wei-siong, 2009].

2.3. Marco Regulatorio

Diversas leyes, decretos y resoluciones progresivamente han organizado diversas reglas y procedimientos sobre el voto electrónico. Entre ellas tenemos las siguientes: **Ley N°28581 – Disposiciones complementarias. Implementación del Voto electrónico:** El 20 de julio del 2005 se publicó esta ley que establece lo siguiente: “Autorízase a la Oficina Nacional de Procesos Electorales – ONPE, la implementación progresiva y gradual del voto electrónico con medios electrónicos e informáticos o cualquier otra modalidad tecnológica que garantice la seguridad, y confidencialidad de la votación, la identificación del elector, la integridad de los resultados y la transparencia en el proceso electoral.” [CONGRESO, 2005].

Ley N.º 29603 – Ley que autoriza a la Oficina Nacional de Procesos electorales (ONPE) a emitir las normas reglamentarias para la implementación gradual y progresiva del voto electrónico. Artículo único: La segunda ley, promulgada el 21 de octubre de 2010, nos dice lo siguiente: “Autorízase a la Oficina Nacional de Procesos Electorales (ONPE) para que, de manera autónoma, establezca los procedimientos necesarios para la aplicación del voto electrónico presencial y no presencial, dentro del marco de lo dispuesto en la Ley núm. 28581, Ley que Establece Normas que Regirán para las Elecciones Generales del Año 2006. Para tal efecto, emite el reglamento para su implementación gradual y progresiva.”

El logro más importante que se dio aquí es que se permitió emitir el Reglamento del voto electrónico. Se consiguió, pues, la autorización para que la ONPE pueda formular las normas reglamentarias que requiera para la implementación progresiva y gradual del voto electrónico [CONGRESO, 2010].

2.4. Modelo de los Procesos de la Votación Electrónica

A continuación se definirá los procesos de la votación electrónica empleados en los comicios electorales por la ONPE. Entender los procesos de la votación electrónica será de importancia para poder desarrollar correctamente un método para la evaluación de la usabilidad del voto electrónico presencial. Los procesos identificados en una Votación Electrónica son los siguientes: Diagnóstico de Equipos, Instalación, Sufragio, Escrutinio y Transmisión de Resultados.

Los diagramas de procesos presentados en esta sección fueron realizados bajo la notación gráfica BPMN (Business Process Model and Notation - Modelo y Notación de Procesos de Negocio), además de un breve resumen de cada proceso.

2.4.1. Diagrama de procesos

En la figura 2-2 se presenta un diagrama de alto nivel de los procesos de la votación electrónica presencial, identificándose los procesos de Diagnóstico de Equipos, Instalación, Sufragio, Escrutinio y Transmisión de Resultados.

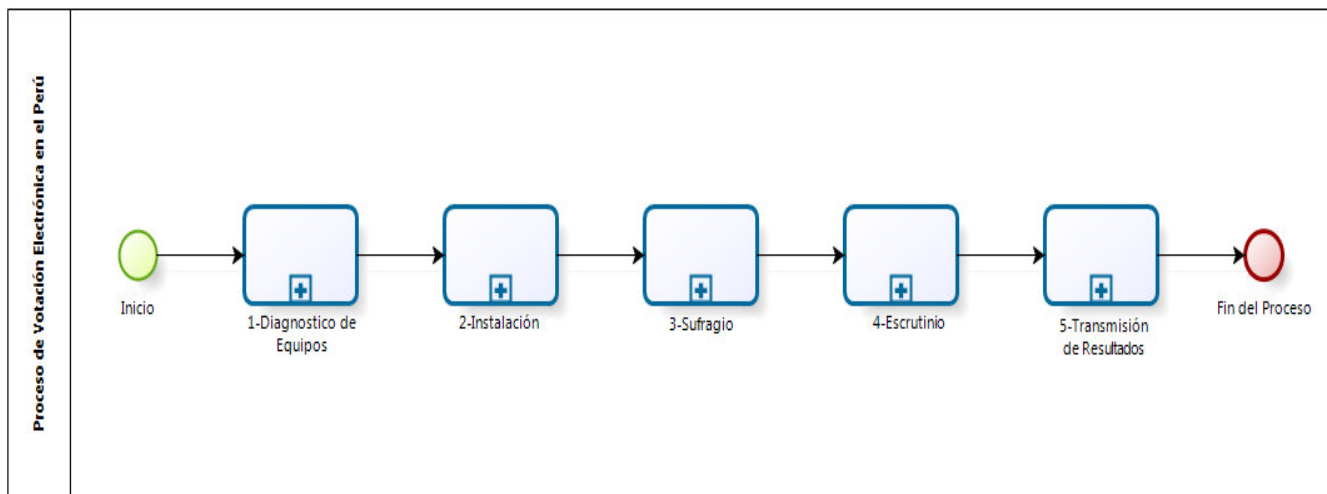


Figura 2-2. Diagrama de Procesos [Elaboración propia]

2.4.2. Diagrama de Flujo de Procesos

Se hará una breve descripción de cada proceso de la votación electrónica, así como una representación gráfica de un proceso bajo la notación gráfica BPMN (Business Process Model and Notation - Modelo y Notación de Procesos de Negocio).

2.4.2.1. Proceso de Diagnóstico de Equipos

El Proceso de diagnóstico de equipos se realiza un día antes de la elección en presencia de representantes del JNE (Jurado Nacional de Elecciones), autoridades competentes y partidos políticos. El usuario encargado es el Coordinador Técnico de Mesa y se realiza en los dos equipos Cabina de Votación y Equipo de Comprobación, Resultados y Transmisión. El objetivo del diagnóstico en los equipos es verificar los datos de dichos equipos con unas hojas de datos impresas.

En la Cabina de votación los datos a verificar son los siguientes: Departamento, Provincia, Distrito, Número de mesa, Código de Versión del Software, Fecha y Hora del Sistema. Además se compara la cédula de sufragio del equipo con una cédula impresa. Después de esta comprobación se imprime un reporte de diagnóstico de la Cabina de Votación.

En el equipo de Estación de Comprobación, Resultados y Transmisión los datos a verificar son los siguientes: Departamento, Provincia, Distrito, Número de mesa, Código de Versión del Software, Fecha y Hora del Sistema, Miembros de Mesa sorteados, total de electores hábiles y total de cabinas de votación. Después de esta comprobación se imprime un reporte de diagnóstico de la Estación de Comprobación, Resultados y Transmisión.

En la figura 2-3 se muestra el diagrama del proceso de Diagnóstico de equipos:

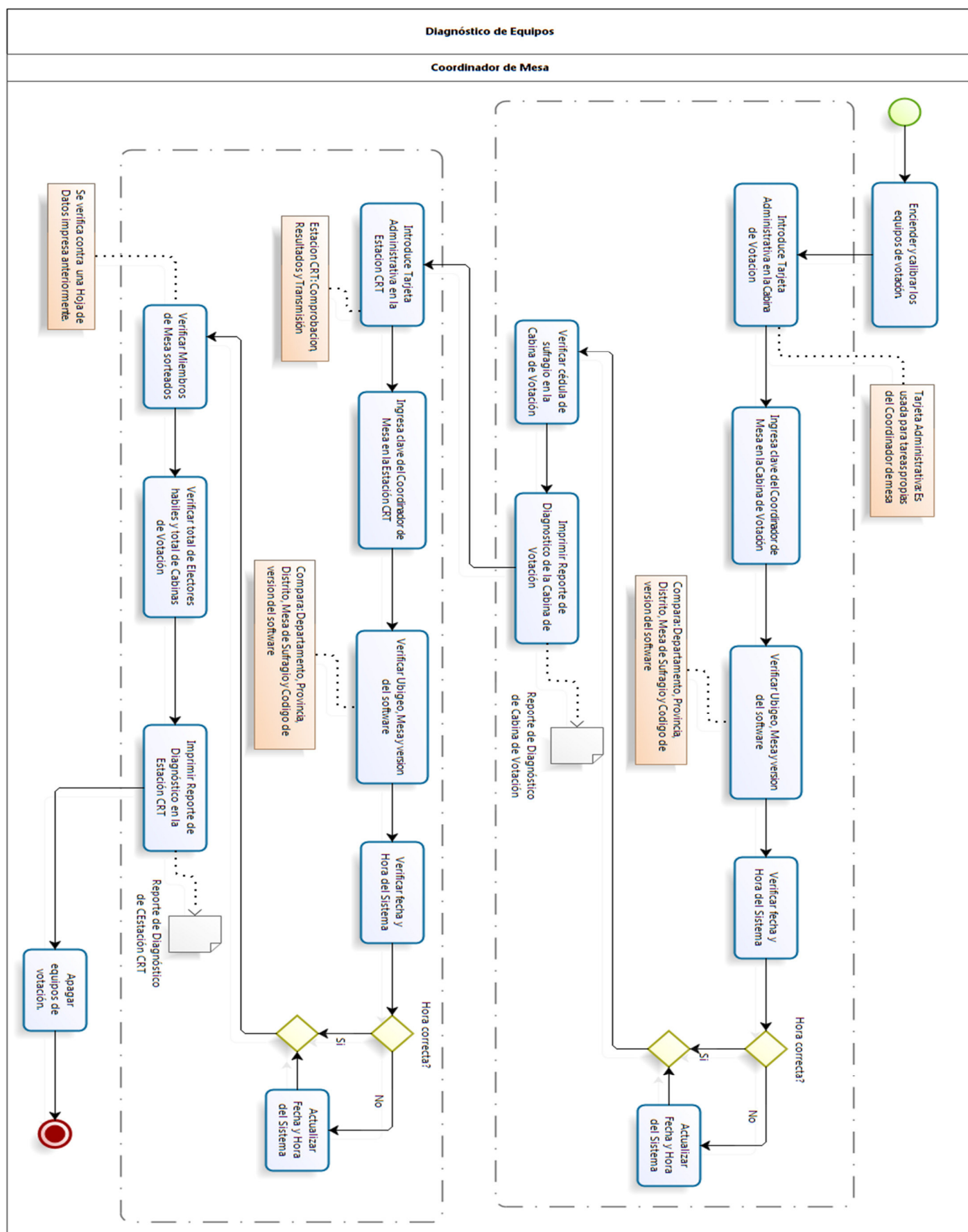


Figura 2-3. Diagrama de Proceso de diagnóstico de equipos [Elaboración propia]

2.4.2.2. Proceso de Instalación

El Proceso de Instalación es el primer momento de la jornada electoral. Comienza desde que el Coordinador Técnico de Mesa enciende los equipos para que el Miembro de Mesa realice la comprobación y configuración de los equipos. Se realizan las siguientes actividades en el sistema:

- **Comprobar y Configurar la Estación de Comprobación:** Se verifica el Departamento, Provincia, Distrito, Número de mesa y Código de Versión del Software. Se realiza la asistencia de los Miembros de Mesa. Finalmente se realiza e imprime una puesta a cero en el equipo de Comprobación y se imprime el Acta de Instalación.
- **Comprobar y Configurar la Cabina de Votación:** Se verifica el Departamento, Provincia, Distrito, Número de mesa y Código de Versión del Software. Se realiza la puesta a cero y se imprime la Constancia de Puesta a Cero de la Cabina de Votación.

Después de impresas las Actas de Instalación, los Miembros de Mesa firman estas actas.

Podemos identificar que el usuario que interactúa con el software del voto electrónico en este proceso es el Miembro de Mesa.

En la figura 2-4 se muestra el diagrama del proceso de Instalación:

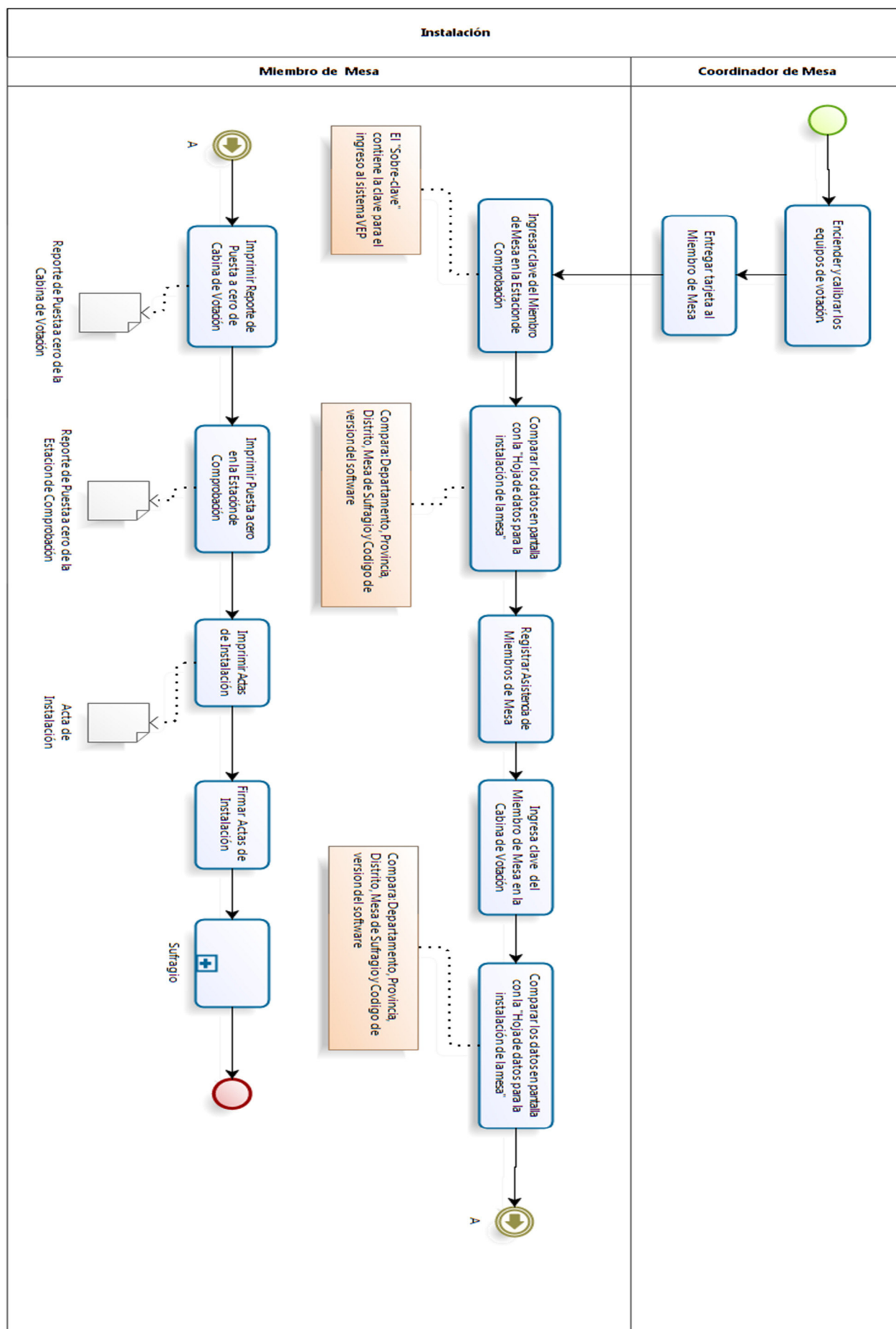


Figura 2-4 Diagrama de Proceso de Instalación [Elaboración propia]

2.4.2.3. Proceso de Sufragio

Es el segundo momento de la jornada electoral. Se inicia después de firmar las actas de instalación y consiste en la emisión del voto por parte de los electores. Se realizan las siguientes actividades principales:

- **Comprobar la identidad del elector:** El elector entrega su DNI al miembro de mesa y este verifica en el sistema que pertenezca a la mesa de sufragio. Luego el Miembro de mesa le entrega al elector una tarjeta de activación con la cual se dirige a la cabina de votación para emitir su voto.
- **Emitir Voto:** El elector introduce en la cabina de votación una tarjeta de activación, luego se muestra la cédula de sufragio en la pantalla y seleccionará la opción de su preferencia. Luego de emitir su voto, se imprimirá una constancia de votación, el elector deberá retirar la tarjeta y la constancia, y deberá regresar a la mesa de sufragio.
- **Introducir constancia votación en el ánfora:** El elector deberá de devolver la tarjeta de activación e introducir la constancia de voto en el ánfora. Luego recibirá su DNI con holograma.
- **Imprimir Acta de Sufragio:** Cuando haya culminado la hora de realizar la votación, el miembro de mesa cerrará la Estación de Comprobación e imprimirá y firmará el Acta de Sufragio, el cual muestra el total de electores que han sufragado.

Podemos identificar que el usuario que interactúa con el software del voto electrónico en este proceso es el Miembro de Mesa y en especial el Elector, por lo que el método a proponer tiene que considerar las diferentes características de usuarios y sus limitaciones que puedan tener debido a que todos tengan la posibilidad de interactuar correctamente con el sistema de votación electrónica.

En la figura 2-5 se muestra el diagrama del proceso de Sufragio:

2.4.2.4. Proceso de Escrutinio

Es el tercer momento de la jornada electoral, en el cual el Miembro de mesa genera los resultados y se imprimen las actas de escrutinio. Se realizan las siguientes actividades:

- **Configurar Estación de Resultados:** Se realiza una puesta a cero previo a la consolidación de votos.
- **Imprimir los Resultados de las cabinas de votación:** En el equipo de votación se imprime los resultados de cada cabina y se copia los resultados en un dispositivo de consolidación. Luego la Cabina de votación es cerrada.
- **Consolidar resultados e Imprimir Acta de Escrutinio:** En el equipo de Comprobación, se consolidan los resultados copiados anteriormente en los dispositivos de consolidación. Luego se imprime un Acta de Escrutinio detallando los resultados.

Podemos identificar que el usuario que interactúa con el software del voto electrónico en este proceso es el Miembro de Mesa, además es el último proceso en donde interviene este tipo de usuario.

Este proceso además es el que se generan los resultados de la mesa de votación.

En la figura 2-6 se muestra el diagrama del proceso de Escrutinio:

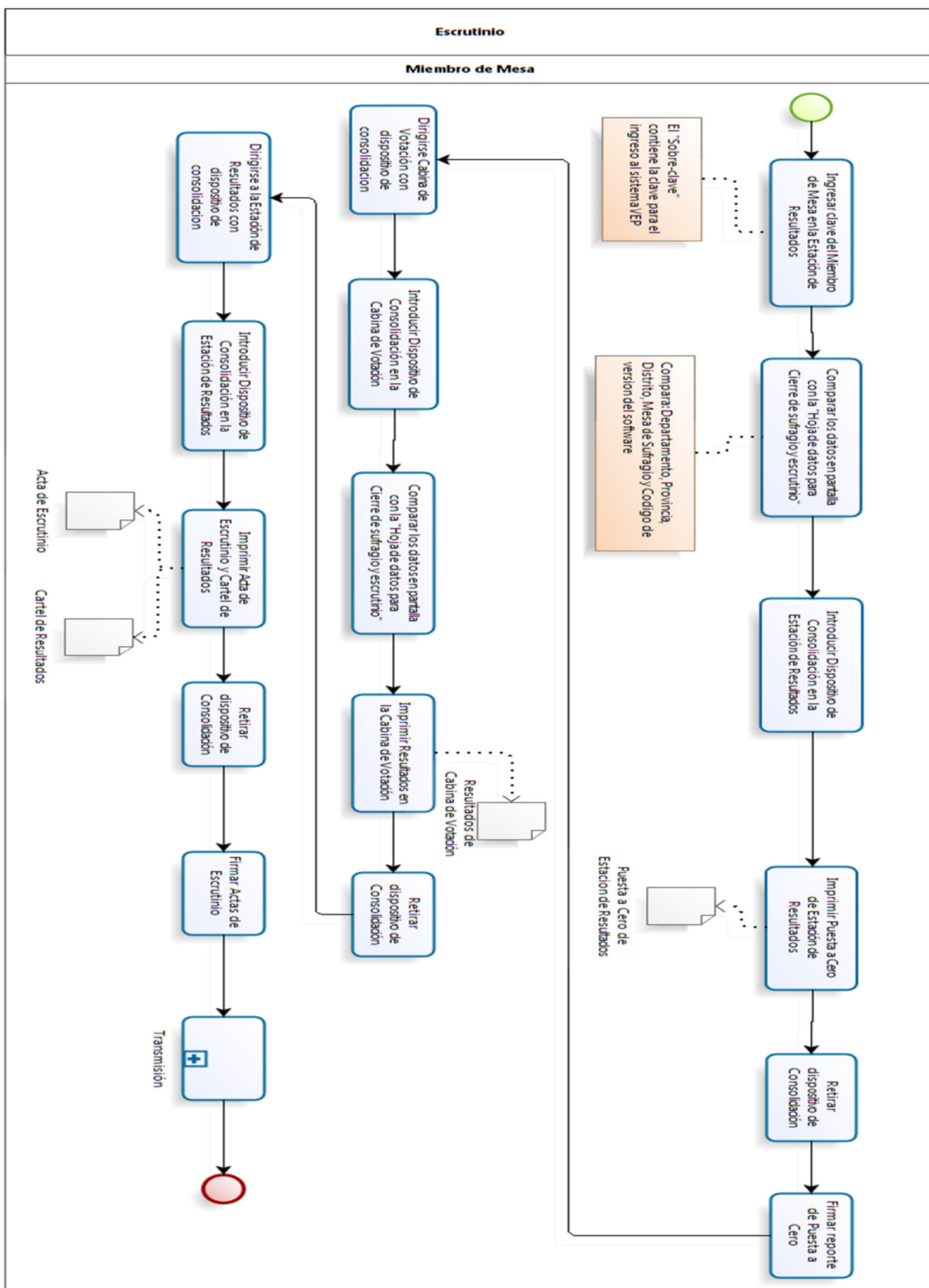


Figura 2-6 Diagrama de Proceso de Escrutinio [Elaboración propia]

2.4.2.5. Proceso de Transmisión

En este proceso interviene el Coordinador Técnico de Mesa y consiste en Transmitir la información generada durante la jornada electoral. Se realizan las siguientes actividades:

- **Configurar Estación de Transmisión:** Se realiza e imprime la puesta a cero del módulo de Transmisión.
- **Transmitir resultados:** Se transmiten los resultados obtenidos en la consolidación de resultados
- **Digitalizar Actas:** Se escanean las actas de instalación, sufragio y escrutinio para su transmisión.
- **Transmitir Imágenes:** Se transmiten las imágenes obtenidas en la digitalización de actas.
- **Cierre de la Estación de Transmisión:** Se realiza la grabación de datos generados durante la jornada electoral para su entrega al jurado

Este proceso de transmisión podemos realizarlos desde la misma máquina que consolida los resultados, es decir cada mesa de votación transmitiría sus resultados. Otra posibilidad es tener un local de transmisión o una máquina especial para la transmisión en donde se consoliden los resultados de las distintas mesas de votación y luego transmitirlos al servidor central.

En la figura 2-7 se muestra el diagrama del proceso de Transmisión de resultados:

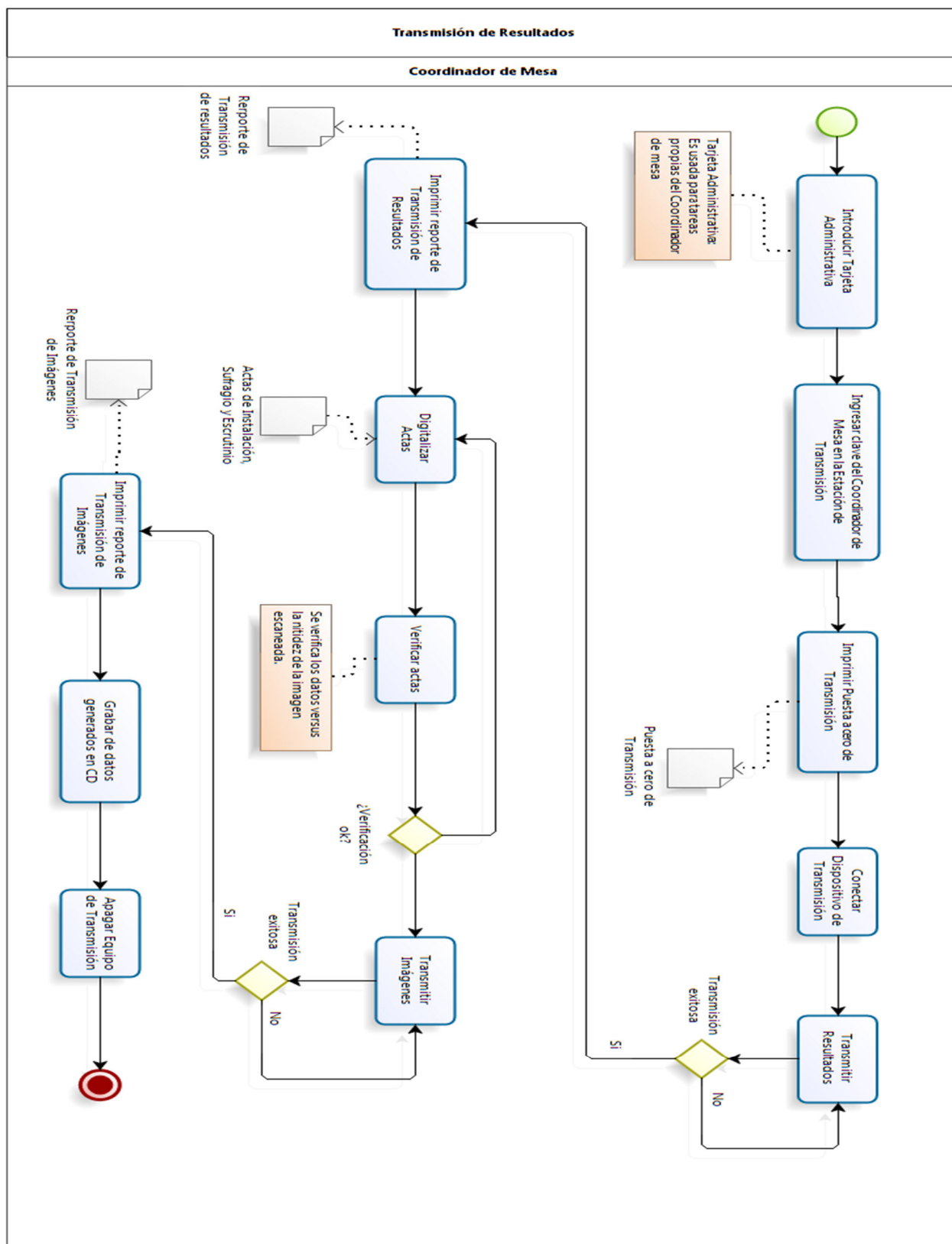


Figura 2-7 Diagrama de Proceso de Transmisión de resultados [Elaboración propia]

2.5. Experiencias del Voto Electrónico

Las primeras experiencias con el voto electrónico en Latinoamérica se iniciaron en la década de los 90's. Los logros en automatizar el sufragio han sido diversos, y hasta la fecha solo Brasil y Venezuela han logrado automatizarlo en su totalidad.

En Brasil en el año 1996 por primera vez 33 millones de electores emplearon las urnas electrónicas, pero se tuvo que llegar hasta el año 2000 para que se implemente el voto electrónico en su totalidad el cual represento a 109 millones de electores y 135.8 millones de electores en el año 2010 [ONPE, 2014 d]. En este país se utilizó la urna electrónica (ver figura 2-8) que se compone de 2 terminales de mesa y del elector. Con el Terminal de mesa se identifica al elector mediante su huella dactilar o ingresando los números de su documento de identidad, permitiendo habilitar el Terminal del Elector para emitir su voto, luego el elector digita los números de sus opciones políticas y verifica sus elecciones, para luego confirmar su voto. Finalmente se imprime un comprobante del voto, el cual no es accesible al elector y que sirve para una auditoría posterior a la jornada electoral [TRIBUNAL SUPERIOR BRASIL, 2014].



Figura 2-8 Urna Electrónica [TRIBUNAL SUPERIOR BRASIL, 2014].

En el año 1988, Venezuela efectuó su primera experiencia de voto electrónico en sus elecciones presidenciales. Desde el año 2003, el Consejo Nacional Electoral inició un proceso para automatizar el total de las elecciones utilizando máquinas electrónicas las cuales siguen en ejecución hasta la actualidad. En el año 2009 el voto electrónico presencial fue del 100% y en el 2010 la población electoral para las elecciones parlamentarias fue de 17'575,975 [ONPE, 2014 c].

En Argentina, “vot.ar” representa un sistema de voto electrónico basado en la emisión de Boleta única Electrónica. Consta de un equipo con una pantalla táctil, provista de un sistema de impresión y verificación, y una boleta de votación mostrados en la figura 2-9 [GOBIERNO SALTA, 2014].

El elector realiza su votación de la siguiente manera:

1. Entrega su documento al Presidente de Mesa, y recibe una boleta.
2. Introduce la Boleta de Voto Electrónico en la impresora. Elige sus candidatos y opciones presionando en el recuadro correspondiente.
3. Coloca la boleta sobre el verificador para verificar su voto en la pantalla.
4. Dobla la boleta, retorna a la mesa y retira el troquel que aún conserva la boleta. Finalmente introduce la boleta en la urna.



Figura 2-9. Proceso de votación en Argentina [GOBIERNO SALTA, 2014].

En la figura 2-10 se muestra un resumen a nivel mundial, el cual tenemos países en donde se han implementado el voto electrónico de manera total, parcial y en donde se encuentra totalmente prohibido [EUSKADI 2014 a].

Países con implantación del Voto electrónico al 100% tenemos: E.E.U.U., Brasil, Venezuela, Bélgica, Estonia, Filipinas, India, Filipinas.

Países con implantación del Voto electrónico de manera parcial: Argentina, Australia, Canadá, Colombia, Ecuador, Emiratos Árabes Unidos, España, Francia, Guatemala, Japón, Kazajistán, México, Noruega, Paraguay, Perú, Rusia, Suiza

Países en los que se encuentra paralizado o prohibido legalmente: Alemania, Reino Unido, Finlandia, Holanda, Irlanda.

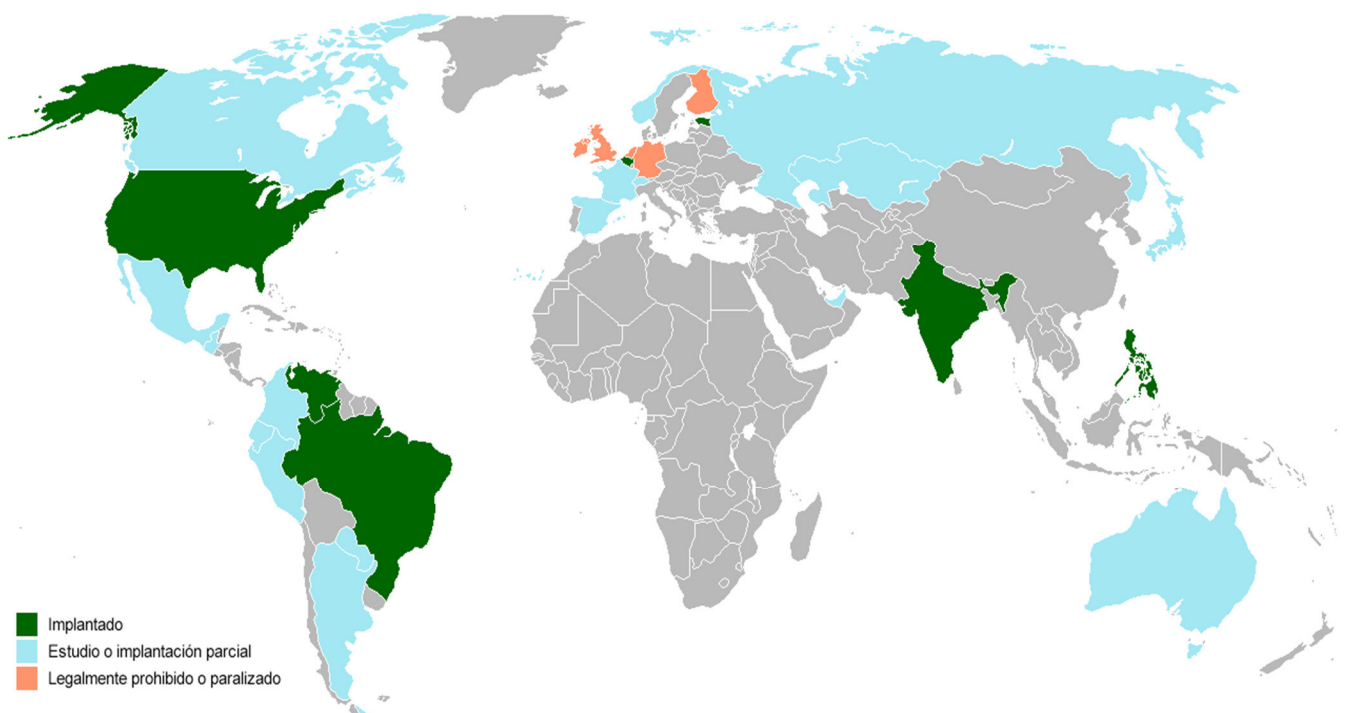


Figura 2-10 Experiencia del Voto electrónico en el mundo [EUSKADI 2014 a]

En Latinoamérica los países pioneros en cuanto a votación electrónica son Brasil y Venezuela siendo los únicos con implementación del voto electrónico al 100%, seguido de países como México, Colombia, Argentina y Perú, los cuales han tenido diversas experiencias con el voto electrónico.

Tenemos países con implementación del voto electrónico en su totalidad como Brasil, India y EEUU cuya población electoral son unas de las más grandes del mundo.

Además tenemos países en los que el voto electrónico se ha paralizado, y tenemos el caso de Finlandia durante las elecciones municipales del año 2008 se realizó una prueba de voto electrónico en tres municipios. Sin embargo, debido a problemas de usabilidad la votación fue anulada. El sistema utilizaba urnas electrónicas [EUSKADI, 2014 b].

De este último ejemplo nos podemos dar cuenta de la importancia de la usabilidad en un sistema usado en una población determinada más aun tratándose de una población tan diversa como la del problema en estudio. Aquí nace la necesidad de evaluar, analizar y proponer mejoras de usabilidad del voto electrónico en el Perú.

Capítulo 3 : Estado del Arte

En este capítulo se mencionan diferentes estudios de usabilidad y los métodos empleados. Muchos de los estudios son enfocados a distintos ámbitos como por ejemplo: comercio electrónico, académicos, aprendizaje en línea, salud, gobierno electrónico, bancario, sitios web, móviles, juegos, TV, etc. Con respecto al voto electrónico se ha encontrado estudios que se refieren más a la seguridad, auditoria, privacidad, tecnologías, votación no presencial; y de manera muy general mencionan a la usabilidad del voto electrónico y menos sobre un método de evaluación.

En los estudios presentados se hará énfasis en las características, objetivos y los métodos usados tanto heurísticos como en pruebas de usuarios.

3.1. Estudios relacionados con la Usabilidad

3.1.1. Evaluación Web: Evaluación Heurística vs. Pruebas de usuario

El estudio realizado comparó la cantidad, la gravedad y el tipo de problemas de usabilidad descubiertos por ambos métodos de evaluación heurísticos y pruebas de usuario. Se evaluaron 4 sitios web comerciales y se reclutaron 12 usuarios (no expertos) para las pruebas de usuario y 9 expertos para el análisis heurístico.

Los autores concluyen que ambos métodos proporcionan una valiosa visión de los problemas de usabilidad y se complementan uno con otro. Además ambos métodos cubren diferentes problemas y diferentes niveles de gravedad, pero según este estudio el análisis heurístico identifica un mayor número de problemas que las pruebas de usuario.

Finalmente los autores recomiendan realizar ambos métodos. [Wei-siong, 2009]

3.1.2. Análisis cuantitativo de un experimento de evaluación heurística

El objetivo de este estudio es obtener resultados cuantitativos con el fin de determinar el esfuerzo que sería necesario para conseguir un sistema suficientemente utilizable.

Este estudio se realizó en base a un total de veinticinco heurísticas asociadas en cuatro categorías: “Diseño”, “Navegación”, “Contenido” y “Búsqueda”. Cada categoría fue ponderada según su rango específico, que viene en el porcentaje de peso heurístico correspondiente a la categoría [González, 2009].

3.1.3. Análisis de la Usabilidad con evaluación heurística y Proceso Analítico Jerárquico

El objetivo en este estudio es encontrar problemas de usabilidad mediante la evaluación heurística y el proceso analítico jerárquico para asignar severidad para el sitio web de la biblioteca de la Universidad de GUMK (Gazi Universitesi Merkez Kütüphanesi). Un total de 5 evaluadores examinaron independientemente el sitio web basándose en las 10 heurísticas de Nielsen y se creó una lista de problemas de usabilidad. Luego cada problema encontrado se le determina su severidad en base a un proceso analítico jerárquico. Este Proceso Analítico Jerárquico es usado para determinar los problemas principales y los sub problemas. Como resultado se tiene una estructura jerárquica de 3 niveles. El nivel más alto es el de determinar la severidad de problemas de usabilidad. El segundo nivel contiene 3 principales problemas (Diseño, Operación, Conformidad) y el tercer nivel contiene 13 sub problemas. [Delice, 2009].

3.1.4. UWIS: Una metodología de evaluación de usabilidad de los sistemas de información basados en la Web

Este estudio propone una metodología para la evaluación de la usabilidad y el diseño de sistemas de información basados en la Web (UWIS), el cual incluye una lista de comprobación que presenta una modificación del modelo SERVQUAL para medir la calidad del servicio ampliado con la facilidad de uso de las dimensiones de Nielsen y la ISO 9241-10.

UWIS incluye 3 preguntas para medir la efectividad, eficiencia y satisfacción. La eficacia se mide por porcentaje de finalización de las tareas; la eficiencia mediante el tiempo de la realización de tareas y la satisfacción por una escala semántica de 5 puntos.

Además UWIS incluye las siguientes dimensiones: Confiabilidad, Sensibilidad, Garantía, Calidad de la información, Integración de comunicación, Controlabilidad y Navegación. Cada una de estas dimensiones le corresponde un conjunto de preguntas basado en una lista de comprobación.

En este estudio participaron 179 personas los cuales se les pidió que llevar a cabo tres tareas utilizando sus cuentas personales en el Sistema de Información de Estudiantes de la Universidad Fatih. Estas tareas son las mismas para todos los

participantes. Después de completar las tareas asignadas, se les pidió que completen la lista de verificación UWIS.

Como resultado se analizó las correlaciones de la eficiencia, la satisfacción y la eficacia, el cual mostró una asociación considerablemente alta solo entre los 2 primeros (eficiencia y satisfacción). Además se analizaron las dimensiones más críticas con el fin de mejorar la usabilidad del sistema [Oztekin, 2009].

3.1.5. La evaluación de la usabilidad de sitios web universitarios: Un estudio empírico sobre la Universidad Namik Kemal

Este estudio evaluó el nivel de usabilidad de página web de la Universidad Namik Kemal a través de los cinco factores de usabilidad definidos por WAMMI (Atractividad, Controlabilidad, Eficiencia, Utilidad, Facilidad de aprendizaje) y proporcionar orientación para desarrollar mejores y más utilizables sitios web.

Los resultados revelaron que algunos de los factores demográficos como el género y la experiencia web, tienen un impacto significativo en la percepción de usabilidad de los usuarios individuales. [Ahmet, 2012]

3.1.6. Un enfoque cuantitativo en la evaluación de la usabilidad de un Software educativo (Courseware)

En esta investigación se evaluó el material didáctico basado en HECW (Heuristic Evaluation for Courseware), que contiene 4 categorías de heurísticas principales: Interfaz, Elementos educativos, Contenido y Elementos adicionales.

Las heurísticas correspondientes a la “Interface” son las 10 heurísticas de Nielsen.

Las heurísticas correspondientes a la categoría de “Elementos educativos” son:

Objetivos claros de aprendizaje, Adecuado proceso de aprendizaje, Funciones de herramientas de aprendizaje auto dirigido, Considerar diferentes de nivel de aprendizaje, Proporcionar retroalimentación acerca del conocimiento que se está construyendo, Seleccionar niveles de dificultad de tutoriales.

Las heurísticas correspondientes a la categoría de “Contenido” son: Contenido fiable y probada con los sílabos, Estructura clara de los contenidos, Navegación precisa por la pantalla, Apoyo a los materiales de aprendizaje es relevante, Materiales de contenido son atractivos. El contenido se basa en tema y subtema.

Las heurísticas correspondientes a la categoría de “Elementos adicionales” son:

Adaptación del valor moral, Adecuado para todas las razas, Representar a toda la comunidad, Estimular el pensamiento crítico de los estudiantes, Llevar a cabo la comprensión del alumno.

El proceso de evaluación se realizó de la siguiente manera: Se identificó y reunió a 10 expertos, los cuales 5 de ellos evaluaron las heurísticas de Contenido y los otros 5 evaluaron las heurísticas de Elementos Educativos. Todos evaluaron las heurísticas de Interface y de Elementos Adicionales. Los expertos navegaron por la página del software educativo e identificaron problemas de usabilidad basados en HECW y calificaron los problemas encontrados en base a la escala de severidad propuesta por Nielsen.

Los datos obtenidos se analizaron con base en un enfoque cuantitativo conocido como Usabilidad de HECW (UsabHECW), el cual es una función que se utiliza para calcular el porcentaje total de la usabilidad del material didáctico. El análisis fue capaz de identificar qué secciones del material didáctico debían ser corregidas y mejoradas [Sabri, 2013].

3.1.7. Modelo de evaluación de la Usabilidad (Health-ITUEM) para software de salud en dispositivos móviles (mHealth).

En este trabajo, se busca demostrar mediante el uso de dos fuentes de datos, la aplicabilidad del método de evaluación de usabilidad (Health-ITUEM) empleado para dispositivos móviles usados en software de la salud.

Se han utilizado dos fuentes de datos para evaluar la aplicabilidad del modelo. En las sesiones de grupo se registraron los datos con dos grabadoras digitales. Para el primer ejemplar, se realizaron 6 sesiones de grupos focales los cuales tenían entre 3 y 8 participantes en cada grupo. En el segundo ejemplar se organizó en 4 sesiones de grupos focales y se distribuyó teléfonos inteligentes con las siguientes aplicaciones pre-cargadas: MyFitnessPal, SparkPeople, NIH obesidad, asma.

Entre las heurísticas usadas por este método tenemos: Prevención de errores, Completitud, Memorabilidad, Necesidades de información, Flexibilidad/ Personalización, Facilidad de aprendizaje, Velocidad de rendimiento, Competencia (Aptitud), y Otros resultados. [Brown III, 2013].

3.1.8. Un enfoque cuantitativo basado en la percepción humana para evaluar la usabilidad de sitios web académicos

Este estudio realizó un análisis estadístico para evaluar los niveles de usabilidad y accesibilidad de tres sitios académicos. Se usó 2 técnicas de evaluación de usabilidad: Evaluación de Cuestionarios (ASQ, WAMMI) y la Evaluación de Desempeño (Tasa de éxito de tareas, tiempos de finalización de tareas, Número de clic). Un total de 68 personas participaron en la evaluación basada en cuestionario. De estos, 30 participantes participaron en la evaluación basada en rendimiento.

Un análisis interesante de este estudio fue el análisis de correlación y regresión que se realizó para estudiar el impacto del tiempo de finalización de tareas y los niveles de satisfacción (puntuaciones del cuestionario ASQ). Se observó una correlación negativa entre la finalización de tareas niveles de tiempo y la satisfacción es decir que la disminución en el tiempo tomado por los participantes en la realización de las tareas mejoran los niveles de satisfacción. [Sharmistha, 2014]

3.1.9. Usabilidad y la Credibilidad en los sitios web de gobierno electrónico

Este artículo presenta un estudio que evalúa la usabilidad y la credibilidad de los sitios web de gobierno electrónico.

Para realizar la evaluación de usabilidad, se empleó 13 heurísticas de las cuales se extendió las 10 heurísticas propuestas por Nielsen y 3 heurísticas nuevas (Interoperabilidad, Soporte a usuarios e Interacción). Además se empleó 13 heurísticas para la credibilidad (Aspecto del Diseño, Precisión de la información, Concordancia con el mundo real, Habilidad, Confiabilidad, Información del Contacto, Facilidad de uso, Actualización del contenido, Contenido promocional, Prevención de errores, Transparencia, Agilidad de servicio, Privacidad y seguridad).

El estudio fue realizado sobre 3 sitios web con 36 usuarios los cuales respondieron un cuestionario basados en las heurísticas propuestas. Las preguntas del cuestionario están compuestas por una escala de Likert de 5 puntos.

Los resultados de este estudio muestran una estrecha correlación entre la usabilidad y la credibilidad. [Zhao, 2014].

3.1.10. Evaluación de Usabilidad de sitios web de aprendizaje electrónico

En este estudio se usó el modelo de usabilidad de Shackel y se desarrolló un cuestionario para medir la usabilidad en términos de: Eficacia, Aprendizaje, Flexibilidad y Actitud.

La encuesta se realizó sobre estudiantes universitarios de fin de año de la Universidad de Sri Lanka. La muestra incluye usuarios con y sin experiencia en el uso de sitios web de e-learning. Los resultados revelan que la experiencia de los estudiantes no lleva mucha connotación en este estudio, pero confirmó que los atributos de usabilidad son vitales para la interacción con los sitios web de e-learning.

El estudio fue realizado sobre 32 usuarios los cuales se clasificaron en diferentes categorías demográficas como: Genero, Uso de Internet, Experiencia en e-learning. Los usuarios respondieron a un cuestionario de 16 preguntas compuestas por una escala de Likert de 5 puntos. Además se empleó funciones estadísticas como máximo, mínimo, promedio y desviación estándar para comparar los resultados entre los usuarios con y sin experiencia. [Hussain, 2014].

3.1.11. Evaluación de Usabilidad del sitio web Obamacare

La evaluación de este sitio web se realizó en base a directrices que fueron desarrolladas por Usability.gov y el Departamento de HHS EE.UU. Las directrices consideradas son las siguientes: Acceso, Contenido, Organización de contenido, Gráficos, Hardware y Software, Encabezados, títulos y etiquetas, Página de inicio, Enlaces, Lista, Navegación, Diseño de Página, Pantalla, Desplazamiento y Paginación, Búsqueda, Texto, Experiencia del usuario.

La evaluación se realizó en base a una encuesta a un total de 374 usuarios, los cuales tienen una variedad de edades, ocupaciones e ingresos. Los datos fueron recolectados a través de una encuesta en línea y fueron medidos en una escala de Likert de 7 puntos (1= totalmente desacuerdo... 7= totalmente de acuerdo). Para cada directriz se mostraron funciones estadísticas como el promedio y la desviación estándar, así como el Alfa de Cronbach. [Venkatesh, 2014].

3.1.12. ¿Tres métodos mejores que uno? Una evaluación comparativa de los métodos de evaluación de usabilidad en un EHR

Este estudio se realizó en el ámbito de EHR (Electronic Health Records - Registros Electrónicos de Salud). El objetivo de este estudio es evaluar comparativamente la

eficacia de tres métodos diferentes con usuarios finales: Pruebas de usuario, entrevistas semi-estructuradas y encuestas. Los datos se recogieron en dos importantes escuelas dentales de la facultad, residentes y estudiantes de odontología para evaluar la usabilidad de un EHR. El estudio fue realizado sobre 32 usuarios para las pruebas de usuarios, 36 usuarios para las entrevistas semi-estructuradas y un total de 35 para la encuesta.

Las pruebas con usuarios consistieron en pensar en voz alta y verbalizar sus pensamientos. Las entrevistas semi-estructuradas consistió en preguntas abiertas, y la encuesta consistió en 29 preguntas cerradas y 4 preguntas abiertas.

Los resultados se clasificaron en 24 problemas de usabilidad. Pruebas de usuario cubrió el 83% de problemas, seguido por la entrevista (63%) y la encuesta (29%).

Los métodos de evaluación múltiples proporcionan un enfoque integral para la identificación de problemas de usabilidad HME y problemas específicos. Se encontró que los tres métodos son complementarios, y por lo tanto cada uno puede proporcionar una visión única para la mejora del software. [Walji, 2014].

3.1.13. Establecimiento de heurísticas de usabilidad para la evaluación heurística en un dominio específico: ¿Hay un consenso?

En este trabajo se presenta una revisión exhaustiva de 70 estudios relacionados con heurísticas de usabilidad para dominios específicos (Aprendizaje, Software colaborativo, Juegos, Software médico, Realidad virtual, Gobierno, móviles, etc.). El objetivo de este trabajo es revisar los procesos que se aplicaron para establecer la heurística en dominios específicos e identificar los vacíos con el fin de proporcionar recomendaciones para futuras investigaciones y el área de las mejoras. Los aspectos que se consideraron fueron: 1) proceso que se aplica para generar y expresar las heurísticas, 2) los métodos o enfoques que se aplicaron para validarlos y 3) su eficacia.

Se pudo observar que más del 50% de estos estudios usaron, adaptaron o extendieron las heurísticas planteadas por el danés Jakob Nielsen, para encontrar problemas de usabilidad y calificar la severidad de los problemas identificados; así como también se usó las heurísticas para comparar la usabilidad en 2 o más software. Además cabe señalar que en muchos de los estudios se usaron de 3 a 5 expertos [Hermawati, 2015].

3.1.14. Evaluación Heurística de Usabilidad del sitio web móvil de bibliotecas de la Universidad de Hong Kong

Este trabajo evalúa la usabilidad del sitio web móvil de la biblioteca de la Universidad de Hong Kong (HKUL) como un estudio de evaluación comparativa contra otras dos universidades (Universidad de Harvard y la Universidad China de Hong Kong), de acuerdo con las diez heurísticas de usabilidad desarrollado por Nielsen.

Como resultado muestra un benchmarking, entre estas 3 universidades mostrando cada problema de usabilidad encontrando respecto a cada heurística de Nielsen. Además muestra que heurísticas satisface correctamente, de manera media, y cuales heurísticas debería mejorar el sitio web evaluado. Por último sugiere mejoras respecto a los problemas hallados. [Yin, 2016]

3.1.15. Guía de usabilidad para el diseño de software bancario

En este estudio se presentó una guía de usabilidad basado en la heurística y criterios que podrían ser usados en el desarrollo de software bancario.

Este estudio usa las 10 heurísticas de Nielsen y 3 heurísticas adicionales (Habilidades, Interacción placentera y respetuosa con el usuario, Privacidad). Para la evaluación de problemas de usabilidad se usó el nivel de gravedad conformado por tres factores: Frecuencia, Impacto y Persistencia, que son identificados mediante las siguientes preguntas: Frecuencia: "¿Es común o raro?", Impacto: "¿Será fácil o difícil para los usuarios a superar?", Persistencia: "¿Es un problema de una sola vez que los usuarios pueden superar una vez que se presenta o serán molestados en varias ocasiones?". Para la calificación de problemas se consideró a 3 expertos, para moderar la subjetividad de la calificación, la calificación final entre los criterios y problemas de usabilidad se admite cuando al menos dos de los expertos están de acuerdo sobre la escala de calificación.

Como resultado de este estudio se realizó comparaciones sobre qué nivel de gravedad de problemas (cosméticos, menores, mayores, catastróficos) estaban asociadas a las heurísticas propuesta, es decir que heurísticas se encontraban relacionadas con problemas cosméticos o catastróficos [Altin, 2016].

3.1.16. El gobierno electrónico en Alabama: Un análisis de la votación del condado y contenido del sitio web de la elección, la usabilidad, la accesibilidad, y la disponibilidad móvil

El presente estudio examina la forma en condados de Alabama están utilizando sus sitios web para ofrecer a los ciudadanos información sobre las elecciones y busca desarrollar una escala para medir la información sobre las elecciones que se proporciona en línea. El estudio se basa en investigaciones estatales y locales de gobierno electrónico Alabama y examina la calidad de voto e información electoral, así como las cuestiones relacionadas con la usabilidad, la accesibilidad, y la disposición móvil.

Para el uso de las heurísticas de usabilidad se basaron en seis áreas generales: Normas generales de diseño; Convenciones para el hipertexto; Normas de navegación; Legibilidad; Opción de idioma; y Facilidad de encontrar en buscadores.

Este estudio analiza que condados cumplen en sus sitios web con las directrices de usabilidad propuestas [King, 2016].

3.1.17. Comparando la Efectividad y la Precisión de nuevas heurísticas de Usabilidad

Este estudio menciona que las heurísticas de usabilidad de Nielsen es la herramienta de evaluación más reconocida para realizar evaluaciones heurísticas pero que no cubren todos los aspectos de usabilidad en las categorías emergentes de software.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la usabilidad de Aplicaciones web transaccionales. Para ello extendió las heurísticas de Nielsen en las siguientes: (F1) “Visibilidad y claridad de los elementos del sistema”, (F2) “Visibilidad del estado del sistema”, (F3) “Concordancia entre el sistema y aspectos culturales del usuario”, (F4) “Comentarios de la transacción”, (F5) “Alineación con estándares de diseño web”, (F6) “Consistencia del diseño”, (F7) “Iconografía estándar”, (F8) “Diseño estético y minimalista”, (F9) “Prevención y reconocimiento”, (F10) “Flexibilidad y eficiencia de uso”, (F11) “Ayuda y documentación”, (F12) “Confiabilidad y rapidez de transacciones”, (F13) “Funcionalidad correcta y esperada”, (F14) “Reconocer antes que recordar”, y (F15) “Control y libertad del usuario”.

Para realizar la evaluación se dividió en 2 grupos de evaluadores. Un grupo fue entrenado con las heurísticas de Nielsen y el otro grupo fue entrenado con las heurísticas propuestas. Como resultado se obtuvo que el grupo que fue entrenado con las nuevas heurísticas propuestas, encontró un mayor número de problemas de usabilidad para sitios web enfocados al comercio electrónico [Paz, 2017].

3.1.18. Mejora de la usabilidad en un videojuego a través de evaluaciones continuas de usabilidad.

El propósito de este estudio es mostrar evidencia de que las pruebas continuas de experiencia del usuario combinadas con mejoras de software pueden hacer que la aceptación se logre de una manera más inteligente.

Para conocer la experiencia del usuario se realizó un cuestionario con 9 preguntas tales como: ¿Las indicaciones del movimiento son claras?, ¿Las indicaciones de ruta son claras?, ¿El diseño del comando es adecuado?, ¿El personaje se puede mover de diferentes maneras?, ¿Los objetos pueden ser empujados por el personaje?, ¿Los objetos pueden ser tirados por el personaje?, ¿Los movimientos de los personajes son naturales?, ¿El personaje puede saltar a las plataformas?, ¿El personaje puede colgar en las plataformas?.

Este estudio empleó a 24 usuarios los cuales tuvieron que responder a dichas preguntas con puntuación en escala de Likert de 5 puntos [Daly, 2017].

3.1.19. Evaluación de diseño y usabilidad de una interfaz de múltiples entradas en un entorno idTV

Este artículo presenta una interacción con aplicaciones idTV que utilizan múltiples interfaces de control de entrada con diferentes modos de interacción, como botones táctiles, reconocimiento de gestos, reconocimiento de voz y reconocimiento de movimientos. La evaluación se realizó en 3 fases cada una con diferentes tareas, para ello se empleó 6, 10 y 10 usuarios en cada fase respectivamente. Después de cada tarea los usuarios respondieron un cuestionario de 10 preguntas en escala de Likert de 5 puntos. Como resultados se evaluaron los promedios y tiempos de ejecución de las tareas [Téllez, 2017].

3.1.20. Tecnologías de Usabilidad del voto electrónico: un elemento crítico para permitir elecciones exitosas

El objetivo de este documento es proporcionar una visión completa de las tecnologías de voto electrónico, desde la perspectiva de la usabilidad y la seguridad. Un sistema diseñado para una tarea tan importante como la votación debe ser fácil de entender, simple y fácil de usar, especialmente porque está destinado a ser utilizado por un amplio y diverso grupo de usuarios, con diferentes capacidades educativas, de comprensión y físicas.

En este estudio se mencionan funciones principales requeridas para la usabilidad, tales como: Tipo y tamaño de pantalla, Elementos de visualización variable, Método de activación, Dispositivos de interacción, Audio, Braille, Idiomas, Mecanismo de escritura del voto y Pantalla de revisión.

Para la evaluación de la usabilidad se menciona el uso de los criterios de efectividad, eficiencia y satisfacción. Se menciona que la efectividad puede medirse por la tasa de voto residual. Para medir la satisfacción se usa un cuestionario SUS (System Usability Scale). La eficiencia se relaciona con el tiempo para completar una tarea. Un nivel más alto de eficiencia generalmente se relaciona con asegurar que solo se necesita una cantidad aceptable de tiempo para completar la tarea de votación.

Finalmente en este artículo se recomienda el uso de diferentes combinaciones de diseños de pantalla, arreglos de votación y tecnología de apoyo (audio, voz reconocimiento) para permitir una mejor experiencia y reducir los errores [Hsu, 2017].

3.2. Conclusión sobre el Estado del Arte

De acuerdo a los estudios de usabilidad mostrados en el Estado del arte podemos darnos cuenta que dichos estudios utilizan pruebas heurísticas y evaluaciones con pruebas de usuario. Además ambos métodos proporcionan una valiosa visión de los problemas de usabilidad y se complementan una con otra y ninguna sustituye a la otra. Por lo tanto se recomienda realizar ambos métodos de evaluación.

La evaluación heurística identifica un mayor número de problemas que las pruebas de usuario.

Las heurísticas propuestas por los diversos autores son generales para todo tipo de software, por lo que se hace ineludible personalizar o extender las heurísticas al voto electrónico.

Las Heurísticas más usadas y predominantes son las propuestas por Nielsen por lo que muchos estudios se basan en dichas heurísticas, y en algunos casos hacen una ampliación o adaptación de dichas heurísticas [Hermawati, 2015].

Capítulo 4 : Metodología

4.1. Tipo y Diseño de Investigación

El tipo de investigación utilizado en el presente trabajo es cuantitativo “Experimental”.

En el diseño experimental se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos) [Hernández, 2014].

Debido a que en esta investigación se hará una comparación entre que métodos de evaluación, el propuesto por el autor (UsabVEP) y el propuesto por Nielsen, encuentra más problemas de usabilidad relacionadas al voto electrónico presencial; por tanto nuestro diseño de investigación será experimental.

Se tendrá 2 grupos de evaluación los cuales uno de ellos hará la evaluación con el método propuesto (UsabVEP) y el otro grupo usará el método propuesto de Nielsen. En ambos casos se seguirá el método de evaluación de usabilidad que se explica en el capítulo 5. Ambos métodos encontrarán problemas de usabilidad, calificarán a los problemas encontrados y se usarán estadísticas para clasificar y analizar estos problemas.

4.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis de la presente investigación es la población electoral peruana, es decir aquellos electores que harán uso del voto electrónico presencial.

4.3. Población de estudio

La población de estudio son los electores que usaron el Voto Electrónico Presencial en el proceso “Nuevas Elecciones Municipales Lima 2013”.

4.4. Tamaño de muestra

La muestra es un subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de ésta. El muestreo es el proceso de seleccionar un número suficiente de elementos a partir de una población [Hernández, 2014].

Al revisar el estado del arte observamos que [Wei-siong, 2009] reclutó a 12 usuarios para evaluar la usabilidad de 4 sitios web comerciales. [Zhao, 2014] empleó 36 usuarios para medir la usabilidad de 3 sitios web de gobierno electrónico, usando un cuestionario con una escala de Likert de 5 puntos. [Hussain, 2014] empleó 32 usuarios para evaluar la usabilidad de un sitio web académico, usando también un cuestionario con una escala de Likert de 5 puntos. [Walji, 2014] mencionan de 32 a 36 usuarios para la evaluación de la usabilidad un software en el ámbito de la salud. [Daly, 2017] emplea 24 usuarios para evaluar la usabilidad en videojuegos usando escala de Likert de 5 puntos.

Podemos darnos cuenta que en muchos estudios de usabilidad con pruebas de usuario, el número de personas a encuestar es diverso, muchos de los cuestionarios estudiados no dan una cifra base. Nielsen menciona a 30 usuarios para las pruebas con cuestionarios [Nielsen, 1993].

Por lo tanto en la presente tesis se basará en una muestra de 30 usuarios, cifra mencionada por Nielsen por tratarse de un referente en usabilidad y por ser una cifra cercanamente usada en la mayoría de estudios revisados en el estado del arte.

4.5. Selección de muestra

La evaluación con pruebas de usuario debe ser realizada con personas que representen la población electoral. Esta muestra de usuarios deberá ser representativa (calidad) y significativa (cantidad). Representativa porque las características más importantes de la población (sexo, edad, grado de instrucción, uso de la tecnología) deben estar presentes en la muestra en proporciones similares, es decir que tenga todas las características de la población electoral y que deberán corresponder a los Miembros de Mesa y Electores.

Para analizar la representatividad de la población electoral se analizará los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Según [INEI, 2013] en la población electoral peruana se tiene las siguientes características:

Respecto al sexo se tiene el siguiente resumen mostrado en la tabla 4-1:

Tabla 4-1 Sexo de la población electoral [INEI, 2013]

| | Año 2006 | | Año 2011 | |
|---------|------------|------------|------------|------------|
| | Total | Porcentaje | Total | Porcentaje |
| Mujeres | 8 222,433 | 49.85% | 10 013,822 | 50.19% |
| Hombres | 8 272,473 | 50.15% | 9 936,093 | 49.81% |
| Total | 16 494,906 | 100.00% | 19 949,915 | 100.00% |

Podemos observar que el sexo tiene una representación aproximada del 50% de hombres y 50% de mujeres.

Respecto a las edades de la población electoral peruana se tiene el siguiente resumen mostrado en la tabla 4-2:

Tabla 4-2 Intervalo de edades de la población electoral peruana [INEI, 2013]

| Año | | Intervalo de edades (años) | | | | | Total |
|------|-------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | 18-24 | 25-34 | 35-49 | 50-64 | 65-a más | |
| 2006 | Total | 3 042,842 | 4 552,283 | 4 918,722 | 2 634,809 | 1 346,250 | 16 494,906 |
| | % | 18.45% | 27.60% | 29.82% | 15.97% | 8.16% | 100% |
| 2011 | Total | 3 795,027 | 5 069,576 | 5 821,992 | 3 379,535 | 1 883,785 | 19 949,915 |
| | % | 19.02% | 25.41% | 29.18% | 16.94% | 9.44% | 100% |

Podemos observar que la población electoral peruana tiene aproximadamente en el rango de edades 18-24 un 20% de la población electoral, en el rango de 25-34 años un 25%, en el rango de 35-49 aproximadamente un 30%, en el rango de 50-64 un 15% y por ultimo de 65 años a más se tiene un 10%. Estos porcentajes se deben reflejar en la muestra de la población electoral al realizar la prueba con usuarios finales.

Respecto al grado de instrucción se tiene el siguiente resumen mostrado en la tabla 4-3:

Tabla 4-3 Nivel de instrucción de la población electoral peruana [INEI, 2013]

| Nivel de instrucción | Año 2010 | | Año 2014 | |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Total | Porcentaje | Total | Porcentaje |
| Primaria | 4,297 400 | 21.93% | 4 434,530 | 20.82% |
| Secundaria | 11,299 628 | 57.67% | 12 936,889 | 60.73% |
| Superior No universitaria | 300 715 | 1.53% | 291,584 | 1.37% |
| Superior universitaria | 2,416 163 | 12.33% | 2 236,169 | 10.50% |
| Educación especial e iletrados | 1,278 394 | 6.52% | 1 402,733 | 6.59% |
| Total | 19 592,300 | 100% | 21 301,905 | 100% |

Podemos observar que la población electoral peruana tiene aproximadamente instrucción Primaria un 21% de la población electoral, de nivel Secundaria se tiene aproximadamente un 60%, de nivel Superior (Instituto y Universidad) se tiene aproximadamente un 12% y de educación especial e iletrados se tiene un 7% aproximadamente. Estos porcentajes se deben reflejar en la muestra de la población electoral al realizar la prueba con usuarios finales.

Al analizar todas las características mencionadas y al tener 30 usuarios para realizar el cuestionario, la distribución demográfica quedaría tal como se muestra en la tabla 4-4.

Tabla 4-4 Descripción demográfica de la evaluación con usuarios

| Característica | Total | Porcentaje |
|------------------------------------|-------|------------|
| Sexo | | |
| Hombre | 15 | 50% |
| Mujer | 15 | 50% |
| Total | 30 | 100% |
| Edad (años) | | |
| 18-24 | 6 | 20% |
| 25-34 | 8 | 25% |
| 35-49 | 9 | 30% |
| 50-64 | 4 | 15% |
| 64-a más | 3 | 10% |
| Total | 30 | 100% |
| Nivel de Instrucción | | |
| Primaria | 6 | 21% |
| Secundaria | 18 | 60% |
| Superior (Universidad o Instituto) | 3 | 12% |
| Educación especial e iletrados | 2 | 7% |
| Total | 30 | 100% |

4.6. Técnicas de recolección de Datos

4.6.1. Técnicas

- **Inspección (Evaluación heurística)**

Esta técnica consiste en que los expertos o especialistas en usabilidad juzgan si cada elemento de la interfaz de usuario sigue los principios o reglas de usabilidad establecidos [SIDAR, 2017].

Los evaluadores registrarán y calificarán cada problema encontrado en un Registro de calificación de problemas.

- **Encuesta**

Las encuestas consisten en entrevistas con los usuarios en las que se formulan un conjunto de preguntas y se registran las respuestas de los usuarios [SIDAR, 2017].

En la presente investigación esta técnica nos permitirá conocer otros aspectos de la usabilidad que no lo podríamos obtener con la inspección tales como el Aprendizaje, debido a que la inspección es realizada por expertos, en cambio un usuario final al interactuar con el software por primera vez, podrá dar una opinión más acertada sobre su aprendizaje.

4.6.2. Instrumentos

Registro de calificación de problemas

Es un formulario que se ha elaborado con el fin de registrar los problemas encontrados por los evaluadores del software con el fin de calificar cada problema encontrado.

A cada problema encontrado se le asignará un valor a su Criticidad y Frecuencia. Los valores de criticidad y frecuencia de los problemas están detalladas en las tablas 5-2 y 5-3 en el capítulo de la descripción del método UsabVEP.

Cuestionario

El cuestionario nos permitirá conocer que tan de acuerdo está el usuario con varios factores o características de la usabilidad del software. Un conjunto de preguntas del cuestionario estarán relacionadas con alguna característica de la usabilidad.

Los usuarios responderán al cuestionario calificando cada pregunta de acuerdo a la escala de Likert de 5 puntos, los cuales se muestran en la tabla 4-5.

Tabla 4-5 Valores de calificación para el cuestionario UsabVEP.

| Calificación | Valor |
|--------------------------------|-------|
| Totalmente en desacuerdo | 1 |
| En desacuerdo | 2 |
| Ni de acuerdo ni en desacuerdo | 3 |
| De acuerdo | 4 |
| Totalmente de acuerdo | 5 |

4.7. Métodos y técnicas de procesamiento y análisis de datos

Debido a que se tiene un tipo de investigación cuantitativa, se realizó un análisis cuantitativo en la que se presentó los resultados en forma tabular y gráfica para dicho análisis.

Por ello se deben ordenar las calificaciones de los problemas y darles forma de matriz de tabulación con el fin de poder mostrar los problemas más críticos.

Para el análisis de los datos se hará uso de la estadística descriptiva, la cual se dedica a la descripción, visualización y resumen de datos generados a partir de fenómenos de estudio [Hernández, 2014]. Entre tales estadísticas tenemos: máximo, mínimo, rango, promedio, desviación estándar y coeficiente de variación. El promedio será el valor que represente las calificaciones de los evaluadores.

El máximo y el mínimo nos ayudarán a visualizar que tan de acuerdo estuvieron los evaluadores. Al existir poco rango o diferencia entre el máximo y mínimo se puede decir que es confiable la calificación. El coeficiente de variación de las calificaciones

nos permite saber que tan representativo es el promedio y que tan homogéneas han sido las calificaciones.

Se presentará gráficos de barras para representar el total de problemas encontrados y gráfico circular para representar el porcentaje de problemas, por criterios de agrupación (por ejemplo agrupados por procesos de votación).

El promedio de las calificaciones también servirá para comparar problemas de usabilidad en diferentes versiones del voto electrónico implementadas en diferentes procesos electorales.

Para el procesamiento y análisis de datos se puede hacer uso de cualquier software estadístico tales como: “SPSS” (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales) propiedad de IBM [IBM, 2018], “Microsoft Excel” que es una aplicación de hojas de cálculo que forma parte de la suite Microsoft Office [Microsoft, 2018]; o también el software “Apache OpenOffice Calc” que es en una hoja de cálculo libre y de código abierto compatible con Microsoft Excel y es desarrollado por Apache Software Foundation [Apache, 2018].

4.8. Validación del método

Para realizar la validación del método, se debe comparar el total de problemas encontrados empleando las heurísticas del método UsabVEP con los obtenidos aplicando las heurísticas de Nielsen; debido a que este es el más representativo en evaluaciones de usabilidad [Hermawati, 2015]. Esta comparación se puede representar mediante un diagrama de barras en la que se visualice que método encontró más problemas; así como también mediante un diagrama de Venn el cual muestre el total de problemas encontrados solo por el método UsabVEP, Nielsen y en común.

Capítulo 5 : Método de evaluación de la Usabilidad del software del Voto Electrónico Presencial

El presente capítulo tiene como objetivo describir de manera clara y precisa el método propuesto para evaluar la usabilidad del software del voto electrónico presencial, el cual se designó con el nombre de UsabVEP (Método de Evaluación de la Usabilidad del Voto Electrónico Presencial). Se describirán las fases del método, los actores participantes y las actividades de cada fase para la evaluación de la usabilidad del software del voto electrónico presencial. Esto incluye la descripción de heurísticas propuestas, el procedimiento de selección de los usuarios y de expertos, las características de evaluación y finalmente el análisis de los resultados. La guía para la evaluación del método UsabVEP está descrito en el Anexo 1.

5.1. Descripción del método UsabVEP

De acuerdo a los estudios mostrados en el Estado del arte podemos ver que se emplean evaluaciones heurísticas y pruebas con usuarios finales. Una de las conclusiones a las que se llegó fue que ambos métodos (heurísticos y pruebas con usuarios) proporcionan una valiosa visión de los problemas de usabilidad y se complementan una con otra y ninguna sustituye a la otra. En la figura 5-1 se muestra las fases del método UsabVEP, el cual presenta 2 fases para las pruebas de usabilidad que son la Evaluación Heurística por expertos y las Pruebas con usuarios, las cuales se pueden realizar de manera independiente [Wei-siong, 2009].



Figura 5-1 Fases del método UsabVEP

La fase 1, Evaluación heurística consiste en un conjunto de actividades que van a permitir realizar de manera adecuada la evaluación de la usabilidad basada en principios que llamaremos heurísticas [Dix, et al., 2009]. Esta evaluación será realizada por expertos y tiene como fin de encontrar la mayor cantidad de problemas que no cumplan con determinados principios. Las actividades descritas en esta fase son: Selección de Expertos, Capacitación de Expertos, Identificación de Procesos del voto electrónico, Identificación de usuarios finales, Selección de expertos, Preparación de materiales, Evaluación del software y Análisis de los Resultados.

La fase 2, Evaluación con pruebas de usuarios, consta de un conjunto de actividades que se deben realizar con los usuarios finales del software. En esta fase, las pruebas están basadas en un cuestionario propuesto por el autor, las cuales intentarán medir qué tan fácil el software es de aprender, usar, e interactuar, así como la satisfacción del usuario. Las actividades descritas en esta fase son: Selección de usuarios, Orientación al usuario, Evaluación y Análisis de los Resultados.

5.1.1. Actores del Proceso de Evaluación

Antes de describir el método es necesario identificar a los actores que intervendrán en el proceso de evaluación, los cuales son:

- **Supervisor:** Persona encargada de proporcionar el material así como de consolidar y analizar los resultados de las pruebas. Actúa como moderador en las pruebas y está presente en las 2 fases del método.
- **Evaluador de Heurística:** Serán los expertos que tendrán la tarea de identificar problemas de usabilidad basadas en las heurísticas propuestas. Además serán los encargados de calificar los problemas basados en tablas de severidad y frecuencia. El evaluador solo estará presente en la evaluación heurística. En la descripción del método lo llamaremos Evaluador.
- **Usuario final:** Serán aquellas personas que contestarán al cuestionario propuesto usado en la segunda fase del método.

5.1.2. Fase 1: Evaluación heurística

En esta fase se realizan actividades para llevar a cabo las evaluaciones basadas en heurísticas. Se hará una descripción de cómo realizar las actividades de esta fase de la evaluación, las cuales son: Selección de heurísticas, Selección de expertos, Adiestramiento a expertos, Condición para las pruebas, Evaluación del

software y Análisis de Resultados. Se describirá el porqué del uso de cada heurística propuesta así como las características que debe de cumplir los evaluadores en esta fase.

En la figura 5-2 se muestran las actividades a realizar durante la Fase 1 del Método UsabVEP, las cuales se detallarán a lo largo del capítulo.

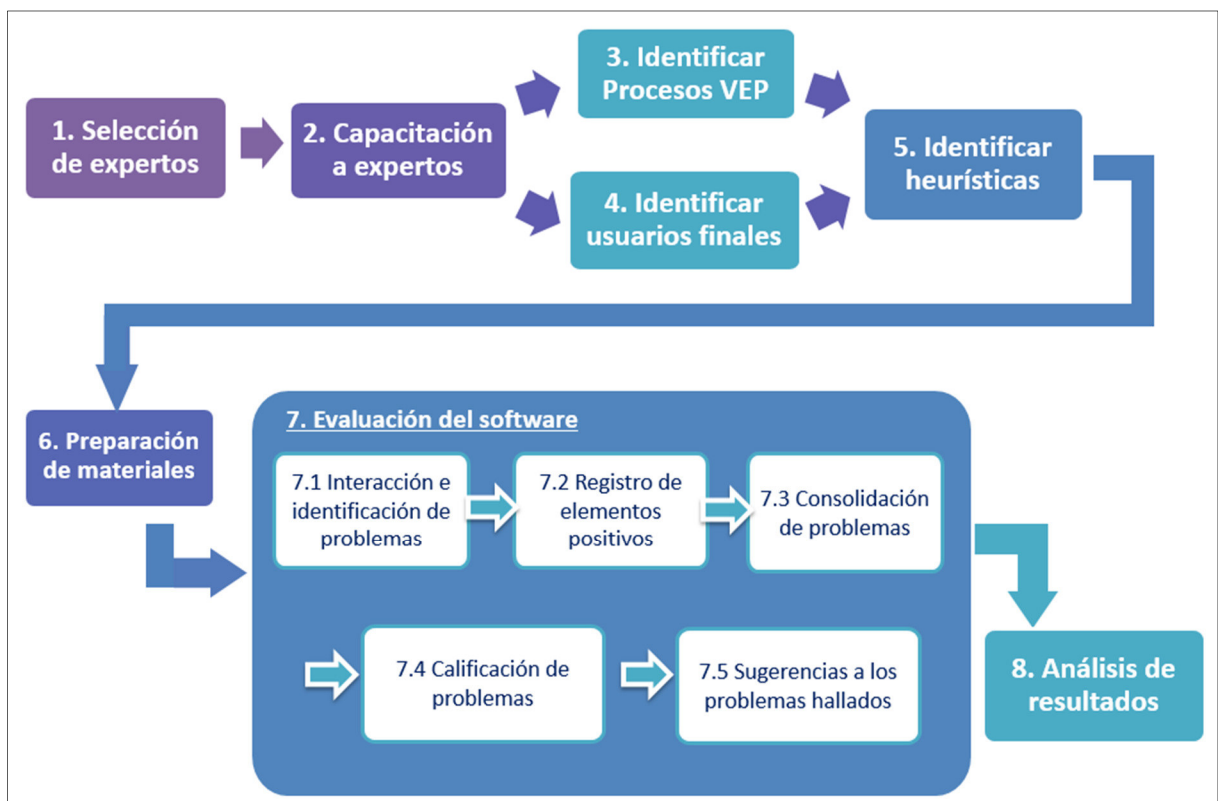


Figura 5-2 Actividades de la Fase 1 del Método UsabVEP *[Elaboración propia]*

5.1.2.1. Heurísticas propuestas por el método UsabVEP

El método propuesto consta de un conjunto de heurísticas, algunas de estas se basan en las heurísticas propuestas por Nielsen y un conjunto de heurísticas enfocadas al problema de estudio, el voto electrónico.

En la revisión de la literatura, muchos de los autores se basaron o adaptaron las heurísticas propuestas por Nielsen para realizar sus estudios sobre usabilidad, por ello se decidió tener en cuenta las heurísticas de Nielsen principalmente y a otros autores mencionados en el marco teórico. Se optó por usar las heurísticas de Nielsen [Nielsen, 1995 a] por ser un conjunto de heurísticas ampliamente usadas en muchas evaluaciones de usabilidad [Hermawati, 2015]. Además de Nielsen se consideraron a los estándares internacionales tales como ISO/IEC 9241-11 y ISO/IEC 9126 así como

también a los diferentes estudios y autores mencionados en el marco teórico y el estado del arte.

Las heurísticas de Nielsen que se consideraron para el desarrollo del método se describen a continuación:

- **Visibilidad del estado del sistema:** Esta heurística fue considerada debido a que se debe mantener siempre informado al elector o miembro de mesa acerca de lo que está pasando con la ejecución de alguna tarea y no dejar en incertidumbre o duda al usuario. Otros autores se refieren a esta heurística como “Retroalimentación” [Shneiderman, 1987], [Mayhew, 1992] [Constantine, 1995]. Bruce Tognazzini lo menciona como “Autonomía” al referirse que el estado del sistema debe estar siempre fácilmente visible y actualizado [Tognazzini, 2003].
- **Consistencia entre la realidad y el sistema:** Esta heurística fue incluida debido a que los procesos que se automaticen con la votación electrónica deben de reflejar y/o mejorar los procesos de una votación tradicional. Por ejemplo la cédula de sufragio electrónica debe ser muy semejante a la cédula tradicional de papel.
- **Control y Libertad de usuario:** Esta heurística fue considerada porque el usuario pueda seleccionar una opción del sistema por error; entonces se debe de contar con las opciones para poder deshacer y controlar dichas acciones. Por ejemplo el sistema debe permitir al usuario la funcionalidad de poder confirmar y cambiar su elección al momento de emitir su voto en el caso del elector, y en caso del miembro de mesa, debe permitir deshacer y rehacer acciones en el caso de alguna selección de opción involuntaria. Otros autores como Shneiderman y Mayhew también hacen referencia a esta heurística [Shneiderman, 1987], [Mayhew, 1992].
- **Diseño estético y minimalista:** Las interfaces no deben mostrar información irrelevante o que no sea requerida. Esta heurística indica que el sistema debe tener buen diseño, interfaz amigable con tamaño y tipo de letras apropiados, así como una buena resolución y diseño de imágenes. Otros autores mencionan a esta heurística como “Simplicidad” [Mayhew, 1992] [Constantine, 1995]. [Pierotti, 2004] nos menciona de una Interacción placentera al referirse a que el “diseño de las interfaces debe ser agradable y estético así como

funcional”. Por ello el método adaptará y extenderá esta heurística en: Diseño de controles, Diseño de Texto, Diseño Líquido y Diseño de Imágenes. El **Diseño de controles** se refiere a que el sistema debe tener una interfaz amigable y atractiva. Esto es importante porque al usuario no le debe parecer raro las opciones presentadas en la pantalla, se debe tener buena distribución de los elementos en la pantalla, con colores uniformes y sin ruido visual. Esta característica de la usabilidad también es mencionada por el ISO/IEC 9126 [ISO, 2001] y [Quesenbery, 2001]. **Diseño de texto** se refiere a que la letra empleada debe aparecer de manera clara y legible con suficiente contraste con el fondo y de un estilo de fuente cuyo color, tipo y tamaño permitan la claridad suficiente para los usuarios. Otros autores se refieren a esta heurística como “Legibilidad” y hacen mención que la información introducida debe ser percibida por cualquier persona [Tognazzini, 2003]. **Diseño Líquido** se refiere a que la interfaz se ajuste al tamaño horizontal de la pantalla del dispositivo de forma automática y sin necesidad de una barra de desplazamiento horizontal (scroll) [González, et al., 2009]. **Diseño de Imágenes** se refiere a que las imágenes deben tener buena resolución y evitar que se vean pixeladas, además tengan un tamaño adecuado para su correcta visualización [González, et al., 2009]. Esto es muy importante ya que el elector muchas veces se guía por la imagen del partido político para emitir su voto.

Estas heurísticas sobre el diseño y distribución de elementos son importantes porque permitirán al elector encontrar fácilmente la opción de su preferencia, al momento de emitir su voto.

De no tener un buen diseño, control y visibilidad del estado del sistema, dificultarían al momento de encontrar los elementos de información en la pantalla, lo cual impacta en el tiempo de emitir el voto, por lo tanto los usuarios podrían preferir el voto tradicional en papel.

Analizando las heurísticas de Nielsen se puede observar que estas son genéricas, por lo que se hace necesario establecer un conjunto de principios o criterios más adecuados a las características y especificaciones del software que se desee someter a evaluación, por ello el autor propone un conjunto de nuevas

heurísticas enfocadas a la votación electrónica de manera que facilite más la detección de los problemas de usabilidad. Entre estas heurísticas tenemos:

- **Idioma o Internacionalización:** El sistema debe de tener la posibilidad de mostrar sus instrucciones en otros idiomas [González, et al., 2009], [Hsu, 2017]. Esta heurística es muy importante para aquellos países con diversidad lingüística, y en el caso del Perú para aquellos votantes extranjeros que se hayan nacionalizados peruanos y que no dominen bien el idioma, o por ejemplo aquellos votantes nacidos en Perú y educados en el extranjero con otro idioma. Estas instrucciones en otro idioma no solo pueden ser texto sino también hablado para el caso de los electores quechua hablantes.
- **Instructividad:** El software debe dar instrucciones fáciles de entender acerca de la tarea a realizar. Estas instrucciones deben carecer de toda duda o ambigüedad; y deberán orientar al usuario al momento de realizar cualquier acción. Esta heurística es muy importante ya que el elector al momento de emitir su voto no debe de parecerle raro ni tener dudas sobre la elección de su preferencia. Además el miembro de mesa al momento de ejecutar alguna acción debe de tener claro sobre la acción que se ejecutará, por ello es de mucha importancia que las instrucciones sean lo más entendibles que se puedan.

Las heurísticas de Internacionalización y de Instructividad pueden ser complementadas con mecanismos que permitan leer las instrucciones o interactuar con el sistema empleando sonidos. Esto es muy importante para los usuarios iletrados o con dificultades visuales o ceguera tengan opción de interactuar con el sistema. Por ello se ha considerado una nueva heurística denominada **Audición o Sonido**, que permita proporcionar la opción de leer las instrucciones e interactuar con el sistema usando el sonido ya sea con voz humana o con sintetizador de voz [Hsu, 2017].

Además se ha considerado heurísticas generales en caso que falle algún dispositivo o que existan problemas con la comunicación al momento de realizar la transmisión. Se debe de contar con opciones que permitan continuar con el flujo de la votación electrónica en caso de que algún dispositivo falle. Estas heurísticas son las siguientes:

- **Cobertura:** La transmisión de resultados se debe de realizar desde cualquier local de votación. En caso no se pueda cumplir esta heurística, se deberá contar con mecanismos de contingencia.
- **Contingencia:** El sistema debe de tener opciones de contingencia en caso falle el hardware (dispositivos de almacenamiento, la comunicación, tarjetas inteligentes, impresoras, lectoras de código de barras, o el mismo equipo donde se realiza la votación electrónica). En caso de que falle algún dispositivo, el sistema deberá de contar con opciones de continuar con el flujo.

Teniendo en cuenta que el voto es personal, secreto y obligatorio hasta los setenta años en la población peruana [CONGRESO, 1993], se debe asegurar no excluir a ninguna persona del uso del sistema, por ello se consideró también incluir heurísticas de acceso de manera que permita a usuarios con **Limitaciones visuales** (Ceguera, baja visión, daltonismo), **motoras** (falta de miembros, problemas en articulaciones, movimientos involuntarios, parálisis) y **cognitivas** (Problemas de lectura, pérdida de memoria, dislexia) tener la posibilidad de interactuar con el sistema. Para mitigar el problema de este tipo de limitaciones podemos hacer uso de otras alternativas como emitir sonidos para leer las instrucciones. Para seleccionar alguna opción podemos hacer uso de reconocimiento de voz o seleccionar opciones mediante la detección de movimientos de la cabeza mediante giroscopios [Roa, 2013].

No solo las limitaciones visuales, motoras o cognitivas pueden excluir a un elector de poder emitir su voto de manera electrónica, sino también es el caso de la impugnación de la identidad del elector. Esta impugnación se da cuando el elector no se parece físicamente a la fotografía de su documento de identidad o a la mostrada por el sistema. Ante este caso pueda existir sospecha de falsificación de identidad, por ello se hará uso de la heurística denominada **Identificación**, la cual nos permita tener opciones de verificación de identidad del elector como por ejemplo haciendo el uso de la identificación biométrica, con el fin de que permita confirmar la identidad del elector.

Se definió un formulario que explica cada una de las heurísticas propuestas por el método, de manera que sirva a los evaluadores para identificar los problemas con mayor facilidad. En la tabla 5-1 se muestra el conjunto consolidado de heurísticas propuestas por el método UsabVEP, agrupadas por categorías.

Tabla 5-1 Heurísticas UsabVEP. [Elaboración propia]

| Id | Heurísticas | Descripción |
|---|---------------------------------|---|
| Diseño y organización de elementos | | |
| H1 | Diseño de controles | El sistema debe tener una interfaz amigable y con colores uniformes. El diseño debe ser estético y minimalista, no deben existir elementos innecesarios que confundan al usuario. Debe haber concordancia entre el sistema y la realidad. Se debe encontrar fácilmente los elementos en la interfaz. Se debe visualizar el total de la cédula electoral y otros elementos sin que el usuario realice alguna acción. |
| H2 | Diseño del texto | El texto debe ser legible y claro con un buen diseño, con adecuado contraste entre el fondo y el texto, con un apropiado estilo de texto (tamaño, color, ancho de línea, etc.). |
| H3 | Diseño Líquido | El tamaño del software debe ajustarse al tamaño horizontal de la pantalla del dispositivo de forma automática y sin necesidad de una barra de desplazamiento horizontal (scroll) |
| H4 | Diseño de Imágenes | Las imágenes deben ser de buena resolución con un tamaño adecuado, y evitar que se vean pixeladas para su correcta visualización. El buen diseño de imágenes sirve de ayuda para aquellos usuarios iletrados o aquellos que no suelen leer las instrucciones. |
| Navegación | | |
| H5 | Visibilidad del estado | Se debe de mantener al usuario informado de lo que se esté realizando. El usuario no debe de tener dudas de que este pasando en alguna acción que demore en su ejecución. Por ejemplo en una transmisión de datos, es de buena ayuda una barra de progreso. |
| H6 | Control | Se debe de tener total libertad al interactuar con el software, debe haber opciones para deshacer una acción inadecuada. Por ejemplo el elector debe tener la posibilidad de cambiar su voto antes de su confirmación. |
| H7 | Elementos de orientación | Debe existir elementos u opciones que permitan la interacción intuitiva, saber en qué lugar u opción se encuentra el usuario y cómo volver atrás. Los controles no deben de confundir al usuario al momento de navegar o seleccionar alguna opción. En caso de algún flujo inadecuado debe haber flujos alternativos para salir del problema. |
| Contenido | | |
| H8 | Instructivo | El software debe dar instrucciones fáciles de entender de la tarea a realizar. Si el elector demorase en leer instrucciones largas y difíciles de entender, se incrementaría el tiempo en la votación siendo preferible el voto el papel. Se puede ayudar de elementos gráficos para ser más entendible las instrucciones. Se debe mostrar mensajes de error adecuados o informar correctamente antes de que los cometan. Por ejemplo antes de impugnar a un elector, mostrar un mensaje confirmando la acción. |

| | | |
|---------------|--------------------------------------|--|
| H9 | Idioma o Internacionalización | El software debe de tener la posibilidad de mostrar sus instrucciones en otros idiomas, en caso sea necesario. Estas instrucciones no solo pueden ser texto, sino también hablando. Por ejemplo el idioma quechua es hablado y no tiene escritura. |
| H10 | Cobertura | La transmisión de resultados se debe de realizar desde cualquier local de votación. Por ejemplo en caso no se pueda realizar la transmisión desde una estación, tener la posibilidad de consolidar la información en un dispositivo de almacenamiento y llevarlo a otro local en donde se pueda realizar la transmisión. |
| H11 | Audición o Sonido | El sistema debe proporcionar la opción de leer las instrucciones e interactuar con el sistema usando el sonido ya sea con voz humana o con sintetizador de voz. Esta heurística se puede complementar con la heurística de Idioma en caso exista la posibilidad de leer las instrucciones en otro idioma. Esta heurística es importante para aquellos usuarios iletrados, con discapacidad visual o quechua hablantes. |
| Acceso | | |
| H12 | Limitaciones visuales | El sistema debe permitir interactuar con usuarios con limitaciones visuales (Ceguera, baja visión, daltonismo). Podemos usar sonidos para leer las instrucciones y el uso de reconocimiento de voz para seleccionar alguna opción. |
| H13 | Limitaciones motoras | El sistema debe permitir interactuar con usuarios con limitaciones motoras (falta de miembros, problemas en articulaciones, movimientos involuntarios, parálisis). Podemos seleccionar opciones mediante reconocimiento de voz o por detección de movimientos de la cabeza mediante giroscopios. |
| H14 | Limitaciones cognitivas | El sistema debe permitir interactuar con usuarios con limitaciones cognitivas (Problemas de lectura, pérdida de memoria, dislexia) |
| H15 | Identificación | El sistema debe tener la posibilidad de contar con identificación Biométrica o algún otro mecanismo de identificación en caso haya Impugnación del elector. |
| H16 | Contingencia | El sistema debe de tener opciones de contingencia en caso fallen los dispositivos con los que interactúa el sistema de manera de que continúe el flujo. Por ejemplo en caso de que el lector de código de barras no pueda leer un documento de identidad, tener la opción de poder leerla ingresando el número de documento. |

En la tabla 5-2 se muestra una comparación entre las heurísticas del método UsabVEP y de otros autores. Podemos ver que en las heurísticas referentes al diseño, control y comprensión del texto son las más mencionadas por los autores.

Tabla 5-2 Comparación heurísticas UsabVEP y otros autores

| Heurísticas UsabVEP | Otros |
|-------------------------------|---|
| Diseño de controles | Diseño estético y minimalista [Nielsen, 1993] Simplicidad [Mayhew, 1992] Estructura, Simplicidad [Constantine, 1995] Interacción placentera [Pierotti, 2004]. Diseño gráfico [González, et al., 2009]. Atractividad, Complacencia: ISO/IEC 9126 [ISO, 2001] Atractividad [Quesenbery, 2001] |
| Diseño del texto | Diseño estético y minimalista [Nielsen, 1993] Legibilidad [Tognazzini, 2003] Diseño gráfico [González, et al., 2009]. |
| Diseño Líquido | Diseño gráfico [González, et al., 2009]. |
| Diseño de Imágenes | Diseño estético y minimalista [Nielsen, 1993] Legibilidad [Tognazzini, 2003] Imágenes [González, et al., 2009]. |
| Visibilidad del estado | Visibilidad del estado del sistema [Nielsen, 1993] Retroalimentación. [Shneiderman, 1987] Retroalimentación [Mayhew, 1992] Retroalimentación [Constantine, 1995] Autonomía [Tognazzini, 2003] |
| Control | Control y Libertad de usuario [Nielsen, 1993] Deshacer, Control [Shneiderman, 1987] Control [Mayhew, 1992] |
| Elementos de orientación | Control y Libertad de usuario [Nielsen, 1993] Navegación [González, et al., 2009]. |
| Instructivo | Consistencia entre el sistema y mundo real [Nielsen, 1993] Prevención de errores [Nielsen, 1993] Consistencia [Shneiderman, 1987] Información, Comprensibilidad [González, et al., 2009]. Simplicidad [Constantine, 1995] Comprensibilidad ISO/IEC 9126 [ISO, 2001] |
| Idioma o Internacionalización | Internacionalización [González, et al., 2009] Idiomas [Hsu, 2017] |
| Cobertura | Cobertura [González, et al., 2009] |
| Audición o Sonido | Audio [Hsu, 2017] |
| Limitaciones visuales | Daltonismo [Tognazzini, 2003] Braille [Hsu, 2017] |
| Limitaciones motoras | - |
| Limitaciones cognitivas | - |
| Identificación | - |
| Contingencia | - |

5.1.2.2 Selección de los expertos

El método UsabVEP utiliza entre 3 y 5 evaluadores expertos para la realización de la evaluación heurística, el cual se basa en los estudios sobre la cantidad de evaluadores expertos realizado por Nielsen en el que enfatiza que 5 evaluadores casi siempre se acerca máxima relación costo-beneficio. Además se menciona que tener más evaluadores solo se encontraría los mismos problemas que ya han encontrado los expertos predecesores. [Nielsen, 1993 b], [Nielsen, 2012 b].

Cada evaluador de heurísticas debe de cumplir las condiciones de lo que se denomina “doble experto”, es decir aquel evaluador que conozca sobre usabilidad y además sea conocedor sobre el problema en cuestión, es decir que tenga experiencia votación electrónica. Se denomina “experto simple” cuando solamente tiene experiencia en usabilidad. [Wei-siong, 2009].

5.1.2.3. Capacitación a expertos

Esta actividad consiste en dar a conocer a los expertos seleccionados el conocimiento previo para realizar las evaluaciones heurísticas con el fin de asegurar la condición de doble experto. Para ello el supervisor deberá proporcionar a los evaluadores el formulario de las heurísticas UsabVEP. Es importante que los evaluadores, a pesar de ser expertos, entiendan a cabalidad en qué consiste cada paso de la evaluación, ya que cualquier error durante esta puede prolongar la evaluación o simplemente diferir los resultados. Se debe hacer hincapié a los evaluadores expertos si ellos consideran necesario añadir nuevas heurísticas al momento de la evaluación las agreguen en el formulario.

Para evitar un alto grado de subjetividad al momento de realizar las evaluaciones se hará uso de cuadros de Severidad y Frecuencia, que describe el valor a asignar a cada problema encontrado. Es necesario que estos valores

Según los trabajos de [Nielsen, 1995 a] [Nielsen, 1995 c], existen 3 aspectos que se deben considerar para calificar cada problema encontrado, los cuales son:

- **Severidad del problema:** Representa que tan grave o dañino es el problema.
- **Frecuencia del problema:** Representa que tanto se repite el problema.
- **Criticidad del problema:** Es la suma de la Severidad más la Frecuencia.

En la tabla 5-3 y 5-4 se detallan el valor y descripción para la calificación de la severidad y la frecuencia de problemas.

Tabla 5-3 Cuadro de valores de Severidad de *problemas* [Nielsen, 1995 a]

| Valor | Severidad (S) | Descripción |
|-------|----------------|---|
| 4 | Crítico | Es un problema crítico de usabilidad, es imprescindible corregir este problema, ha de ser resuelto de inmediato. No permite continuar con el flujo del sistema. |
| 3 | Mayor | Es un problema mayor, es importante de arreglar este problema debido a que es de alta prioridad. Permite continuar con el flujo pero con dificultad. |
| 2 | Menor | Es un problema menor, arreglar este problema es de baja prioridad, pero debe ser solucionado. |
| 1 | Mínimo | Es un problema mínimo. No es necesario que se resuelva a menos que exista tiempo extra en el proyecto. |
| 0 | No es problema | No es un problema de usabilidad. |

Tabla 5-4 Cuadro de valores de *Frecuencia de problemas* [Nielsen, 1995 a]

| Valor | Frecuencia (F) | Descripción |
|-------|----------------|---|
| 4 | Muy frecuente | Indica que el problema se encuentra en todo o casi todo momento al trabajar en la interfaz. |
| 3 | Frecuente | Indica que el problema se encuentra en más de la mitad de las interfaces evaluadas. |
| 2 | Poco frecuente | Indica que el problema encontrado tiene una frecuencia media baja. |
| 1 | Inusual | Indica que el problema encontrado tiene una baja frecuencia. |
| 0 | Inexistente | No se ha encontrado el problema |

5.1.2.4. Identificación de procesos VEP

El método propone identificar que procesos y/o tareas se van a automatizar con el voto electrónico (Instalación, Sufragio, Escrutinio). Por ejemplo supongamos que la identificación del elector no este automatizada y se realice de manera manual, entonces los evaluadores pueden considerar que la heurística de Identificación no aplique al momento de realizar la evaluación.

5.1.2.5. Identificación de usuarios finales

El método propone identificar a los usuarios finales para determinar que heurísticas son factibles al momento de la evaluación, debido a que pueda haber heurísticas que no apliquen evaluar. Por ejemplo si estamos empleando el software

del voto electrónico en una población en donde se hable un solo idioma, el software no tendría por qué tener opciones para mostrar sus instrucciones en otros idiomas, por lo tanto la heurística de Internacionalización no se evaluaría.

5.1.2.6. Identificación de heurísticas

En este paso se debe seleccionar las heurísticas que serán consideradas para la evaluación. Se debe validar con los evaluadores expertos la exclusión de heurísticas en caso no se consideren a evaluar. Se pueden excluir heurísticas en un determinado proceso y ser considerado en otro, por ejemplo la heurística de Audición o Internacionalización pueden ser evaluados en el proceso del Sufragio y no ser considerados en el proceso de Transmisión, debido a que en la transmisión no se necesitaría instrucciones emitidas por sonido o instrucciones en otro idioma. Además se recomienda que los evaluadores expertos en caso consideren necesario añadir nuevas heurísticas al momento de la evaluación, las agreguen y sean consideradas en el análisis posterior.

5.1.2.7. Preparación de materiales

Esta actividad consiste en proporcionar a los evaluadores todo lo necesario para la ejecución de las pruebas tanto software como hardware y materiales como formularios usados por el método UsabVEP de manera que garanticen la correcta evaluación.

Para conseguir buenos resultados, es necesario que los evaluadores se sientan en un cómodo ambiente en la que puedan simular una situación cercana a la realidad, lo cual permitirá que el evaluador evalúe con total naturalidad y sin presión alguna, de manera que se tengan resultados muy cercanos a la realidad.

5.1.2.8. Evaluación del software

Esta actividad consiste en realizar un conjunto de tareas que serán realizados de manera secuencial: Interacción e Identificación de problemas, Registro de elementos positivos, Consolidación de problemas y el Registro de la severidad de problemas y un Registro de sugerencias de Soluciones. Se sugiere realizar la evaluación por cada uno de los procesos que se tiene implementado en la votación electrónica (Instalación, Sufragio, Escrutinio, Transmisión).

Actividad 1. Interacción e identificación de problemas: Los evaluadores deberán interactuar con el sistema e ir registrando individualmente los problemas de usabilidad encontrados basadas en las heurísticas UsabVEP. Dichos problemas posteriormente serán consolidados y analizados. En la tabla 5-5 se muestra el Formulario de problemas identificados y será entregado a cada evaluador, y servirá para registrar los problemas hallados de acuerdo a las siguientes columnas:

- **Id del Problema:** Enumeración del problema hallado.
- **Definición del Problema:** Representa un título para el problema hallado.
- **Detalle del problema:** Se especifica el problema encontrado, describiéndolo más a detalle. Se especifica los pasos que se siguió para encontrar el problema.
- **Heurísticas incumplidas:** Se colocará las heurísticas incumplidas relacionadas al problema.

Tabla 5-5 Formulario de Problemas Identificados [Elaboración propia]

| Id Problema | Definición del Problema | Detalle del problema | Heurísticas incumplidas |
|--------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| P1 | | | |
| P2 | | | |
| ... | | | |
| Pn | | | |

Actividad 2. Registro de elementos positivos: El realizar la evaluación de la usabilidad tiene como finalidad identificar problemas relacionados con la usabilidad y solucionarlos según su prioridad; sin embargo, no solo poseen aspectos negativos sino que también elementos positivos. En la tabla 5-6 se muestra el formulario de elementos positivos, el cual será entregado a cada evaluador con el objetivo de registrar aspectos sobresalientes de usabilidad presentes en el software evaluado y que sirvan como modelo o ejemplos para futuros desarrollos de software. Dicho formulario consta de las siguientes columnas:

- **Nro.:** Número del elemento positivo encontrado.
- **Elemento positivo:** Se describe el elemento positivo encontrado.
- **Heurísticas relacionadas:** Se lista las heurísticas relacionadas a dicho elemento positivo.

Tabla 5-6 Formulario de Elementos positivos [Elaboración propia]

| Nro. | Elemento positivo | Heurística relacionada |
|------|-------------------|------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |

Podemos obviar el registro de elementos positivos para la evaluación, pero puede ser útil al momento de enumerar las sugerencias.

Actividad 3. Consolidación de problemas: En este paso los formularios de Problemas Identificados individualmente son consolidados en un solo formulario por el supervisor de la evaluación. Se deberá unificar aquellas filas que se refieran al mismo problema. Ningún evaluador debe criticar la lista de problemas identificados por otro evaluador, se debe considerar todos los problemas encontrados por los evaluadores, sean o no relevantes.

Los problemas para un mejor análisis se deben agrupar por procesos que se tiene implementado en la votación electrónica (Instalación, Sufragio, Escrutinio, Transmisión). Del mismo modo los elementos positivos encontrados deben agruparse en una sola lista utilizando el formulario de elementos positivos en caso hubiera.

Actividad 4. Registro de la calificación de problemas encontrados: Después que se tenga la lista consolidada de problemas, los evaluadores deben calificar cada problema de la lista. Es necesario que los evaluadores se guíen en los Cuadros de valores de Severidad y Frecuencia para calificar de manera individual cada problema. El formulario de calificación de problemas se muestra en la tabla 5-7.

Tabla 5-7 Formulario de calificación individual. [Elaboración propia]

| Id Problema | Problema | Calificación | | |
|-------------|----------|--------------|------------|------------|
| | | Severidad | Frecuencia | Criticidad |
| P1 | | | | |
| ... | | | | |

La columna “Id del Problema” y “Problema” representan la enumeración y la definición problema hallado.

Cada evaluador deberá calificar la columna de Severidad de acuerdo al “Cuadro de valores de Severidad”. Este valor está en el intervalo de cero a cuatro, donde cuatro representa un mayor grado de severidad.

Luego deberá de calificar la columna de Frecuencia de acuerdo al “Cuadro de valores de Frecuencia”. Este valor también varía de cero a cuatro, donde un valor de cuatro representa mayor frecuencia.

Finalmente la columna de Criticidad se obtiene mediante la siguiente fórmula:

Criticidad = Severidad + Frecuencia, y este valor esta en el intervalo de cero hasta ocho, donde ocho es el mayor grado de criticidad.

Actividad 5. Registro de sugerencias de soluciones: Este formulario permite a los evaluadores sugerir posibles soluciones a cada problema encontrado, de tal manera que aprovechando de su experiencia contribuyan a la mejora del sistema. El formulario consta de las siguientes columnas:

- **Id del Problema:** Enumeración del problema hallado.
- **Definición del Problema:** Enunciado general el problema hallado.
- **Recomendación:** En esta columna se describe una posible solución o sugerencia del evaluador respecto al problema encontrado.

El formulario de sugerencias de soluciones a los problemas encontrados se muestra en la tabla 5-8.

Tabla 5-8 Formulario de Soluciones a problemas hallados [Elaboración propia]

| Id Problema | Problema | Recomendación |
|--------------------|-----------------|----------------------|
| P1 | | |
| ... | | |
| Pn | | |

5.1.2.9. Análisis de resultados

Para realizar los análisis de los resultados de las evaluaciones heurísticas, se deberá elaborar diferentes reportes que permitan analizar y tomar decisiones sobre los problemas encontrados. A continuación se detallarán los reportes que se deberán elaborar en base a lo registrado por los evaluadores:

Reporte Total de problemas por heurísticas: Este reporte mostrará información consolidada sobre el total de problemas encontrados por cada heurística y sirve para identificar que heurísticas encontraron un mayor número de problemas. Este reporte consta de las siguientes columnas:

- **Id de la heurística:** Nro. de la heurística según los formularios de heurísticas del método UsabVEP.
- **Heurística:** Nombre de la heurística.
- **Id Problema:** Se lista los Id de los problemas encontrados que afectan a cada heurística.
- **Total de Problemas:** Total de problemas de que afectan a cada heurística.

En la tabla 5-9 se muestra el reporte mencionado:

Tabla 5-9 Reporte de Problemas por heurísticas [Elaboración propia]

| Id Heurística | Heurística | Id Problema | Total de Problemas |
|---------------|------------|-------------|--------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Se recomienda usar un gráfico de barras para representar este reporte.

Reporte Total de heurísticas incumplidas por procesos: Este reporte mostrará información consolidada sobre el total de heurísticas que presentan problemas de usabilidad por cada proceso de la votación electrónica (Diagnóstico, Instalación, Sufragio, Escrutinio, Transmisión) y sirve para analizar mejor qué procesos son los que mayor cantidad de heurísticas afectadas presentan. Este reporte consta de las siguientes columnas:

- **Proceso:** Corresponde al proceso del voto electrónico que puede ser Diagnóstico, Instalación, Sufragio, Escrutinio o Transmisión.
- **Heurística:** Se lista los Id de los heurísticas encontradas que afectan a cada proceso.
- **Total de Heurísticas:** Total de heurísticas incumplidas a cada proceso.
- **Porcentaje de Heurísticas:** El porcentaje que representa el total de heurísticas incumplidas de un proceso respecto al Total.

En la tabla 5-10 se muestra el reporte mencionado:

Tabla 5-10 Reporte de heurísticas incumplidas por procesos [Elaboración propia]

| Proceso | Heurísticas incumplidas | Total de Heurísticas | Porcentaje de heurísticas |
|-------------|-------------------------|----------------------|---------------------------|
| Diagnóstico | | | |
| Instalación | | | |
| Sufragio | | | |
| Escrutinio | | | |
| Transmisión | | | |

Se recomienda usar un gráfico de barras para representar el total de heurísticas incumplidas y un circular para representar el porcentaje.

Reporte de Total de problemas encontrados por procesos: Este reporte mostrará información consolidada sobre el total de problemas encontrados por cada proceso de la votación electrónica (Diagnóstico, Instalación, Sufragio, Escrutinio, Transmisión) y sirve para analizar mejor qué procesos son los que mayor cantidad de problemas presentan. Este reporte consta de las siguientes columnas:

- **Proceso:** Corresponde al proceso del voto electrónico que puede ser Diagnóstico, Instalación, Sufragio, Escrutinio o transmisión.
- **Problemas:** Se lista los Id de los problemas encontrados que afectan a cada heurística.
- **Total de Problemas:** Total de problemas de que afectan a cada proceso.
- **Porcentaje de Problemas:** El porcentaje que representa el número de problemas de un proceso respecto al Total.

En la tabla 5-11 se muestra el reporte mencionado:

Tabla 5-11 Reporte de Problemas por procesos [Elaboración propia]

| Proceso | Problemas hallados | Total de Problemas | Porcentaje de Problemas |
|-------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| Diagnóstico | | | |
| Instalación | | | |
| Sufragio | | | |
| Escrutinio | | | |
| Transmisión | | | |

Se recomienda usar un gráfico de barras para representar el total de problemas y un circular para representar el porcentaje.

Reporte Estadístico de los problemas hallados: Este reporte muestra valores estadísticos en base a la Severidad (S), Frecuencia (F) y Criticidad (C) registrados por cada evaluador. Las estadísticas que se usarán son medidas de tendencia central como el promedio y medidas de dispersión como la varianza, desviación estándar y coeficiente de variación. Se usará el promedio de las calificaciones de los evaluadores porque este valor representará a la calificación de dicho problema por los expertos y servirá para determinar si dicho problema es crítico (en caso de que el promedio tenga valor alto de acuerdo a la calificación de problemas). El promedio de la calificación de problemas también representa la prioridad con que dicho problema tendrá que ser resuelto, es decir a mayor promedio mayor afecta a la usabilidad del sistema por lo que su tendrá prioridad alta para ser resuelto.

Las medidas de dispersión o variabilidad miden el grado de separación de las calificaciones con respecto al promedio, es decir cuán esparcidos se encuentran las calificaciones. Se hace uso de estas medidas porque permiten evaluar la confiabilidad del promedio de las calificaciones. Cuando existe poca dispersión se dice que los datos están cerca con respecto al promedio, es decir el promedio es representativo. En el caso que la dispersión sea grande el valor central no es muy confiable [Hernández, 2014].

Por ello se requiere que dicha dispersión sea lo menor posible para que las evaluaciones sean más confiables.

El reporte estadístico de los problemas hallados tiene las siguientes columnas:

- **Máximo (MAX):** Representa el valor máximo registrado.
- **Mínimo (MIN):** Representa el valor mínimo registrado.
- **Promedio (PROM):** Representa el valor promedio de las calificaciones registradas.
- **Varianza (VAR):** Representa varianza de las calificaciones registradas.
- **Desviación Estándar (DESV):** Representa la desviación estándar ingresado por los evaluadores. Cuanto más pequeño sea el valor de la desviación estándar, mayor será la concentración de datos alrededor de la media o promedio.
- **Coeficiente de variación (CV):** Representa el coeficiente de variación de las calificaciones. A mayor valor del coeficiente de variación hay más variabilidad. A menor valor hay más homogeneidad. Se recomienda que este valor sea menor a 0.3 para que los datos sean representativos.

Cuando existen valores menores para la varianza, desviación estándar y coeficiente de variación, puede interpretarse como una mayor concordancia entre los evaluadores.

Dichos valores estadísticos se muestra en la tabla 5-12:

Tabla 5-12 Reporte de estadísticas por problemas. [Elaboración propia]

| Id Problema | Problema | MAX | | | MIN | | | PROM | | | VAR | | | DESV | | | CV | | |
|----------------|----------|-----|---|---|-----|---|---|------|---|---|-----|---|---|------|---|---|----|---|---|
| | | S | F | C | S | F | C | S | F | C | S | F | C | S | F | C | S | F | C |
| P1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Para una visualización rápida que nos ayude a un mejor análisis podemos generar un gráfico representado en la figura 5-3. En el eje horizontal están ubicados los problemas, en el eje vertical primario (lado izquierdo) corresponde a la Criticidad y en el eje vertical secundario (lado derecho) corresponde a la desviación estándar de las calificaciones. El valor máximo, mínimo y promedio es representado por cada barra vertical, en la cual en su parte superior se ubica el valor máximo, en la parte inferior el valor mínimo y entre estos 2 valores se ubica el promedio. Los valores máximo, mínimo y promedio corresponden al eje vertical primario (lado izquierdo) mientras que los valores de la desviación estándar corresponden al eje vertical secundario (lado derecho). Los valores de criticidad y coeficiente de variación están en diferente eje porque la criticidad está en la escala del 1-8 y el coeficiente de variación serán generalmente decimales entre el 0-1.

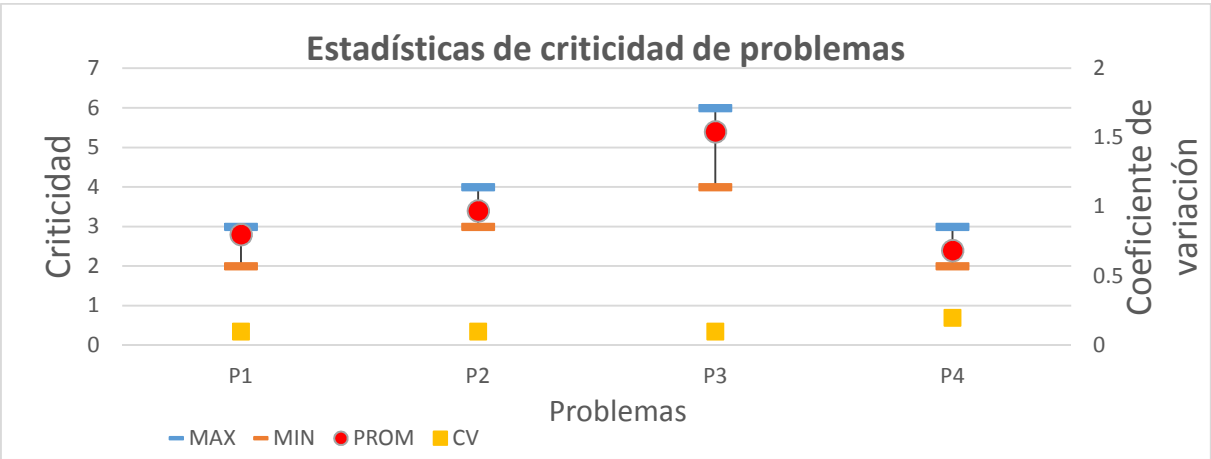


Figura 5-3 Gráfico de estadísticas de criticidad de problemas. [Elaboración propia]

Reporte de Ranking de problemas: Este reporte es muy parecido al reporte de estadísticas por problemas, pero se presenta la información ordenada descendientemente para visualizar aquellos problemas que tuvieron más promedio en criticidad o severidad y deben ser solucionados con mayor prioridad, dado que estos problemas afectan al sistema en mayor magnitud que los demás problemas. En la tabla 5-13 se muestra el reporte de problemas ordenados por criticidad y severidad:

Tabla 5-13 Reporte de Ranking ordenado por promedio de Severidad [Elaboración propia]

| Id. Problema | Problema | Severidad | Frecuencia | Criticidad |
|---------------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|
| P1 | | | | |
| ... | | | | |
| Pn | | | | |

Reporte de problemas por categoría de Severidad: Este reporte consiste en agrupar los problemas por la Severidad, con el fin de identificar cuáles son los problemas más críticos. Este reporte tiene las siguientes columnas:

- **Severidad:** Representa la categoría de severidad.
- **Intervalo:** Representa el intervalo al que pertenece el promedio del problema
- **Problemas:** Representa los Id de los problemas encontrados.
- **Total de problemas:** Representa cuantos problemas están en dicha categoría de severidad.

En la tabla 5-14 se muestra el reporte de los problemas por categoría de severidad:

Tabla 5-14 Reporte de problemas por categoría de severidad

| Severidad (S) | Intervalo de Promedio | Problemas | Total de problemas |
|----------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|
| Crítico | $3 < \text{promedio} \leq 4$ | | |
| Mayor | $2 < \text{promedio} \leq 3$ | | |
| Menor | $1 < \text{promedio} \leq 2$ | | |
| Mínimo | $0 < \text{promedio} \leq 1$ | | |
| No es un problema | $\text{promedio} = 0$ | | |

Se puede acompañar este reporte de un gráfico de barras mostrando la severidad y el total de problemas.

5.1.3. Fase 2: Evaluación con pruebas de usuarios

Esta fase de consta de actividades para realizar la evaluación con pruebas de usuarios, para ello se hará el uso de un cuestionario propuesto. Se describe actividades como la selección de usuarios, cómo se debe realizar las pruebas y su respectivo análisis para este tipo de evaluación.

En la figura se 5-4 se muestran las actividades a realizar durante la Fase 2 del Método UsabVEP.

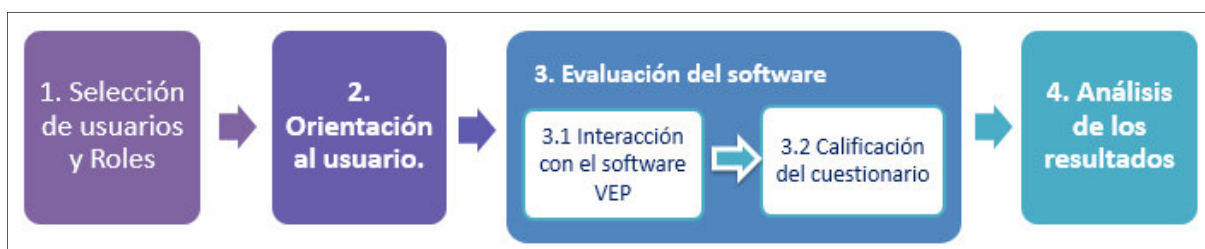


Figura 5-4 Actividades de la Fase 2 del Método UsabVEP. [Elaboración propia]

5.1.3.1. Acerca del cuestionario

El cuestionario propuesto es un conjunto de preguntas demográficas y preguntas relacionadas a la usabilidad del software en base a las siguientes categorías: Diseño y organización de la Información, Terminología, Aprendizaje, Eficiencia y Satisfacción del usuario.

Los datos demográficos que el usuario registrará serán: sexo, edad, nivel de educación y el uso en horas diarias con un computador o dispositivo móvil. Esto con el fin de poder analizar los resultados en base a estas categorías y ver qué tanto varían los resultados entre dichos grupos.

Los usuarios responderán al cuestionario calificando cada ítem de acuerdo a la calificación según una escala de Likert del 1 - 5. Se opta por una escala de Likert por ser una escala fácil de construir y ser utilizada en la mayoría de las investigaciones, cuando se evalúan actitudes y satisfacción del usuario [Nielsen, 1993]. Esta escala se difundió ampliamente por su rapidez y sencillez de aplicación. Algunos cuestionarios como WAMMI (Website Analysis and MeasureMent Inventory) [Claridge, 2016] y SUS (System Usability Scale) [BROOKE, 1986] usan escala de Likert del 1 al 5. Otros cuestionarios como ASQ (After Scenario Questionnaire) y PSSUQ (Post Study System Usability Questionnaire) usan una escala de Likert del 1 al 7 [Lewis, 1991] [Lewis, 1992].

En la Tabla 5-15 se muestra la calificación de las preguntas del cuestionario UsabVEP de acuerdo a la escala de Likert.

Tabla 5-15 Valores de calificación para el cuestionario UsabVEP.

| Calificación | Abreviatura | Valor |
|--------------------------------|-------------|-------|
| Totalmente en desacuerdo | TDA | 1 |
| En desacuerdo | DES | 2 |
| Ni de acuerdo ni en desacuerdo | ND | 3 |
| De acuerdo | DA | 4 |
| Totalmente de acuerdo | TA | 5 |

En la Tabla 5-16 se muestra el cuestionario propuesto para la evaluación con usuarios.

Tabla 5-16 Cuestionario UsabVEP [Elaboración propia]

| Preguntas | | TDA | DES | ND | DA | TA |
|--|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Diseño y organización de la Información | | | | | | |
| 1 | Lectura de las instrucciones en la pantalla es claramente legible | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2 | La secuencia de pantallas es coherente. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3 | La posición de los mensajes de información y de error en la pantalla es consistente | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4 | Fue fácil de encontrar lo que quiero en la pantalla | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5 | El diseño es atractivo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Terminología | | | | | | |
| 6 | Términos empleados en todo el sistema son claramente entendibles | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 7 | Terminología informática está relacionada con la tarea que está haciendo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8 | El sistema me mantiene informado sobre lo que está haciendo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Aprendizaje | | | | | | |
| 9 | Creo que el sistema es fácil de aprender para cualquier tipo de persona | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10 | Fue muy fácil interactuar con el sistema la primera vez que lo use | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Eficiencia | | | | | | |
| 11 | El sistema responde rápido cuando interactué | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12 | Este software me ahorro tiempo que si las operaciones lo haría manualmente | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Satisfacción | | | | | | |
| 13 | El sistema es muy fácil de usar | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 14 | Este software de votación electrónica debe de reemplazar a la votación manual | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 15 | Me gustaría usar este sistema la próxima vez | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16 | Me he sentido seguro de usar este software | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Este cuestionario se divide en 5 categorías: Diseño y organización de la Información, Terminología, Aprendizaje, Eficiencia y Satisfacción.

La categoría de Diseño y organización de la información intenta medir que tan amigable y agradable le pareció la interfaz al usuario, que tan legible y claro le parece el diseño tanto como en estilo, letra, imágenes y toda información que aparezca en la interfaz. Esta categoría está relacionada con la categoría de Diseño de la evaluación heurística. Se consideró esta categoría para el estudio de la usabilidad porque es importante que el usuario encuentre rápidamente la información en la pantalla, ya que de no tener buen diseño el elector perdería tiempo en ubicar y seleccionar la opción de su preferencia, por lo tanto preferirá el voto tradicional. Esta categoría es mencionada con el término de Atractividad por la ISO/IEC 9126 [ISO, 2001] y Quesenbery [Quesenbery, 2001].

La categoría de Terminología intenta medir el grado en las instrucciones son clara y entendibles para el usuario, libre de tecnicismos y que mantenga informado sobre lo que el usuario realiza. Esta categoría es importante porque el elector de no entender las instrucciones perdería tiempo al momento de emitir su voto lo cual inclinaría su preferencia a un voto tradicional. Esta categoría es mencionada con el término de Comprensibilidad por la ISO/IEC 9126 [ISO, 2001].

La categoría de Aprendizaje intenta medir que tan fácil es de aprender a usar el sistema para los usuarios novatos o que no hayan tenido capacitación alguna. Esta categoría es importante porque por más capacitaciones haya previas a la jornada electoral, siempre existirán electores que nunca participen de dichas capacitaciones por ello el sistema debe ser fácil de usar así se tenga una mínima capacitación. Esta categoría es ampliamente mencionada por muchos autores ISO/IEC 9126 [ISO, 2001], [Quesenbery, 2001], [Mayhew, 1992], [Tognazzini, 2003], [Nielsen, 1993].

La categoría de Eficiencia es muy importante porque el sistema debe de responder lo más rápido posible ante alguna acción del usuario. Se debe de tener en cuenta que la emisión del voto por parte del elector no debe de demorar más que si el elector usara el voto convencional o tradicional (papel). Esta categoría es mencionada por autores como ISO/IEC 9241-11 [ISO, 1998], [Quesenbery, 2001], [Preece, 2002], [Constantine, 1995], [Nielsen, 1993].

La categoría de Satisfacción es también de vital importancia porque el usuario después de que realice su voto debe estar completamente convencido de que el sistema de voto electrónico debe ser mucho mejor que la votación tradicional y que le ahorraría tiempo en la emisión de voto y la obtención de resultados. Esta categoría es mencionada por autores como ISO/IEC 9241-11 [ISO, 1998] o Nielsen, [Nielsen, 1993]. La ISO/IEC 9126 hace referencia al termino Complacencia [ISO, 2001]. Además [Shackel, 1991] menciona el término “Actitud” al referirse a los niveles aceptables de costes humanos en términos de cansancio, molestia, frustración y el esfuerzo personal.

5.1.3.2. Selección de Usuarios y Roles

La evaluación con pruebas de usuario debe ser realizada con personas que representen la población electoral. Esta muestra de usuarios deberá ser representativa (calidad) y significativa (cantidad). Representativa porque las características más importantes de la población (sexo, edad, grado de instrucción, uso de la tecnología) deben estar presentes en la muestra en proporciones similares, es decir que tenga todas las características de la población electoral y que deberán corresponder a los Miembros de Mesa y Electores.

Para analizar la representatividad de la población electoral se analizará los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Según [INEI, 2013] en la población electoral peruana se tiene las siguientes características:

Respecto al sexo de la población electoral, se observa en la tabla 5-17 que se tiene un 50% de hombres y 50% de mujeres.

Tabla 5-17 Sexo de la población electoral [INEI, 2013]

| Sexo | Porcentaje |
|-------------|-------------------|
| Mujeres | 50% |
| Hombres | 50% |
| Total | 100% |

Respecto a las edades de la población electoral peruana se observa en la tabla 5-18 que el rango de edades de 18-24 años representa el 20% de la población electoral, en el rango de 25-34 años un 25%, en el rango de 35-49 aproximadamente un 30%, en el rango de 50-64 un 15% y por ultimo de 65 años a más se tiene un 10%.

Estos porcentajes se deben reflejar en la muestra de la población electoral al realizar la prueba con usuarios finales.

Tabla 5-18 Intervalo de edades de la población electoral peruana [INEI, 2013]

| Intervalo de edad | Porcentaje |
|--------------------------|-------------------|
| 18-24 | 20% |
| 25-34 | 25% |
| 35-49 | 30% |
| 50-64 | 15% |
| 64-a más | 10% |
| Total | 100% |

Respecto al grado de instrucción se observa en la tabla 5-19 que la población electoral peruana que la instrucción Primaria representa un 21% de la población electoral, de nivel Secundaria se tiene aproximadamente un 60%, de nivel Superior (Instituto y Universidad) se tiene aproximadamente un 12% y de educación especial e iletrados se tiene un 7% aproximadamente. Estos porcentajes se deben reflejar en la muestra de la población electoral al realizar la prueba con usuarios finales.

Tabla 5-19 Nivel de instrucción de la población electoral peruana [INEI, 2013]

| Nivel de instrucción | Porcentaje |
|------------------------------------|-------------------|
| Primaria | 21% |
| Secundaria | 60% |
| Superior (Universidad o Instituto) | 12% |
| Educación especial e iletrados | 7% |
| Total | 100% |

Tener en cuenta que los usuarios Miembro de Mesa participan en los procesos de Instalación, Sufragio y Escrutinio; y el usuario Elector sólo participa en la Emisión del Voto que es una actividad del proceso de Sufragio.

Para calcular el número de personas a encuestar, algunos cuestionarios como es el caso de SUMI (Software Usability Measurement Inventory) recomienda un mínimo de 12 usuarios para realizar un cuestionario de usabilidad [Kirakowski, 1995]. Según Nielsen menciona tener al menos 30 usuarios para pruebas basadas en cuestionarios [Nielsen, 1993].

Al revisar el estado del arte observamos que [Wei-siong, 2009] reclutó a 12 usuarios para evaluar la usabilidad de 4 sitios web comerciales. [Zhao, 2014] empleó 36 usuarios para medir la usabilidad de 3 sitios web de gobierno electrónico, usando

un cuestionario con una escala de Likert de 5 puntos. [Hussain, 2014] empleó 32 usuarios para evaluar la usabilidad de un sitio web académico, usando también un cuestionario con una escala de Likert de 5 puntos. [Walji, 2014] mencionan de 32 a 36 usuarios para la evaluación de la usabilidad de un software en el ámbito de la salud. [Daly, 2017] emplea 24 usuarios para evaluar la usabilidad en videojuegos usando escala de Likert de 5 puntos.

Podemos darnos cuenta que en muchos estudios de usabilidad con pruebas de usuario, el número de personas a encuestar es diverso, por lo que el número exacto de usuarios es un tema controversial, muchos de los cuestionarios estudiados no dan una cifra, por lo que el este método se basará en la cifra mencionada por Nielsen por tratarse de un referente en usabilidad y por ser una cifra cercanamente usada en la mayoría de estudios revisados en el estado del arte.

5.1.3.3. Orientación al usuario.

Es necesario explicar de manera clara el propósito de la evaluación de manera que el usuario refleje de manera objetiva y consciente su experiencia con el sistema.

5.1.3.4. Evaluación del usuario

Esta actividad consiste en 2 tareas:

Interacción con el software VEP: El usuario interactúa con el sistema y realiza las tareas básicas por cada Rol. El Rol del Miembro de Mesa realiza tareas como: Realizar la Instalación de la Mesa, Comprobar de la identidad del elector, Imprimir resultados de las cabinas de votación, Consolidar resultados e imprimir y firmar las actas de Sufragio y Escrutinio. El rol de votante realizará la tarea más importante: emitir el voto.

Calificación del cuestionario: Se debe realizar después de haber interactuado con el sistema, y el usuario deberá de contestar las preguntas elaboradas en el cuestionario propuesto, es decir registrará sus datos demográficos (sexo, edad, grado de instrucción) y el registro del cuestionario.

5.1.3.5. Análisis de los resultados

Para realizar el análisis de los resultados de las evaluaciones con pruebas de usuarios, se deberá elaborar diferentes reportes los cuales usarán funciones

estadísticas que nos permitan analizar y tomar decisiones. Cada reporte se basa en la calificación de cada pregunta realizada por los usuarios según los Valores de calificación para el cuestionario UsabVEP propuestos en la tabla 5-15.

Las estadísticas que se usarán son medidas de tendencia central como el promedio y medidas de dispersión como la varianza, desviación estándar y coeficiente de variación. Se usará el promedio de las calificaciones de las calificaciones del cuestionario porque este valor representa a la calificación de dicha pregunta y servirá para determinar qué tan de acuerdo está el usuario con dicha afirmación del cuestionario.

Las medidas de dispersión o variabilidad miden el grado de separación de las calificaciones con respecto al promedio, es decir cuán esparcidos se encuentran las calificaciones. Se hace uso de estas medidas porque permiten evaluar la confiabilidad del promedio de las calificaciones. Cuando existe poca dispersión se dice que los datos están cerca con respecto al promedio, es decir el dato central es un valor representativo. En el caso que la dispersión sea grande el valor central no es muy confiable [Hernández, 2014]. Por ello se requiere que dicha dispersión sea lo menor posible para que las evaluaciones sean más confiables.

Los reportes que se deberán elaborar en base a lo registrado por los usuarios son los siguientes:

- **Coeficiente de Usabilidad:** Este valor indica una medida de la usabilidad y está representado por el promedio general de todas las preguntas del cuestionario.
- **Reporte Estadístico por Categoría:** Este reporte tiene como objetivo resumir los resultados de manera significativa a fin de deducir conclusiones generales. Por ello este reporte muestra valores estadísticos en base a las categorías expuestas en el cuestionario. Las estadísticas mostradas en la tabla son:

Máximo (MAX): Representa el valor máximo de las evaluaciones de la categoría.

Mínimo (MIN): Representa el valor mínimo de las evaluaciones de la categoría.

Promedio (PROM): Representa el valor promedio de las evaluaciones.

Varianza (VAR): Representa varianza de las calificaciones registradas.

Desviación Estándar (DESV): Representa la desviación estándar de las evaluaciones. Cuanto más pequeño sea este valor, mayor será la concentración de datos alrededor del promedio o media.

Coeficiente de variación (CV): Representa el coeficiente de variación de las evaluaciones. A mayor valor del coeficiente de variación hay más variabilidad. A menor valor hay más homogeneidad. Se recomienda que este valor sea menor a 0.3 para que los datos sean representativos. Dichos valores se deben mostrar siguiendo el formato de la tabla 5-20.

Tabla 5-20 Reporte de estadísticas por categorías. [Elaboración propia]

| Categoría | MAX | MIN | PROM | VAR | DESV | CV |
|---|------------|------------|-------------|------------|-------------|-----------|
| Diseño y organización de la Información | | | | | | |
| Terminología | | | | | | |
| Aprendizaje | | | | | | |
| Eficiencia | | | | | | |
| Satisfacción | | | | | | |
| Total | | | | | | |

Otras medidas que se pueden considerar son: Moda, Mediana, Oblicuidad, Curtosis. Para una visualización rápida que nos ayude a un mejor análisis podemos generar un gráfico representado en la figura 5-5. En el eje horizontal están ubicados las categorías de las preguntas, en el eje vertical primario (lado izquierdo) corresponde al puntaje o calificación de los usuarios y en el eje vertical secundario (lado derecho) corresponde a la desviación estándar de dichas calificaciones. Los valores máximo, mínimo y promedio es representado por cada barra vertical, en la cual en su parte superior se ubica el valor máximo, en la parte inferior el valor mínimo y entre estos 2 valores se ubica el promedio. Los valores máximo, mínimo y promedio corresponden al eje vertical primario (lado izquierdo) mientras que los valores de la desviación estándar corresponden al eje vertical secundario (lado derecho). Los puntajes y coeficiente de variación están en diferente eje porque el máximo, mínimo y promedio están en la escala del 1-5 y el coeficiente de variación están generalmente entre el 0-1.

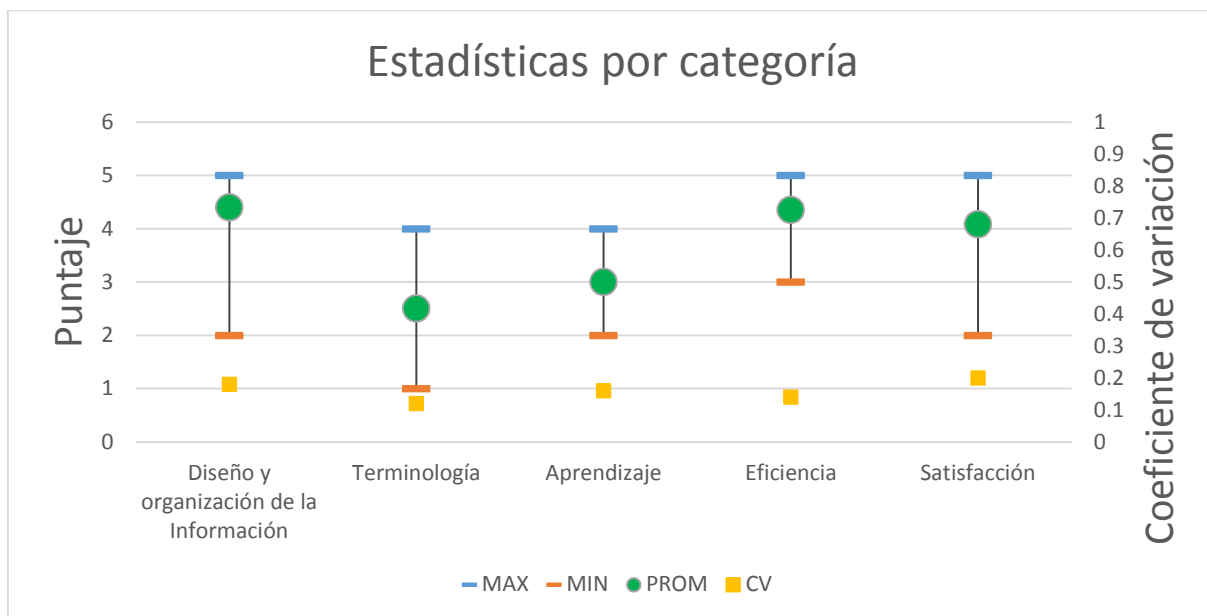


Figura 5-5 Gráfico de estadísticas por categoría. [Elaboración propia]

- **Reporte Estadístico por pregunta:** Este reporte muestra valores estadísticos en base a cada pregunta del cuestionario. Las estadísticas mostradas en la tabla son:

Máximo (MAX): Representa el valor máximo de las calificaciones de una pregunta.

Mínimo (MIN): Representa el valor mínimo de las calificaciones.

Promedio (PROM): Representa el promedio de las calificaciones.

Varianza (VAR): Representa varianza de las calificaciones por cada pregunta.

Desviación Estándar (DESV): Representa la desviación estándar de las calificaciones de las preguntas. Cuanto más pequeño sea este el valor, mayor será la concentración de los datos alrededor del promedio o media.

Coeficiente de variación (CV): Representa el coeficiente de variación de las calificaciones de las preguntas. A mayor valor del coeficiente de variación hay más variabilidad. A menor valor hay más homogeneidad. Se recomienda que este valor sea menor a 0.2 para que los datos sean representativos.

Dichos valores se deben mostrar siguiendo el formato de la tabla 5-21.

Tabla 5-21 Reporte de estadísticas por cada pregunta. [Elaboración propia]

| Preguntas | MAX | MIN | PROM | VAR | DESV | CV |
|--------------|-----|-----|------|-----|------|----|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| | | | | | | |
| Total | | | | | | |

Otras medidas que se pueden considerar son: Moda, Mediana, Oblicuidad, Curtosis. También podemos generar un gráfico asociado a este reporte, representado en la figura 5-6. En el eje horizontal están ubicados las preguntas del cuestionario, en el eje vertical primario (lado izquierdo) corresponde al puntaje o calificación de los usuarios y en el eje vertical secundario (lado derecho) corresponde a la desviación estándar de dichas calificaciones. Los valores máximo, mínimo y promedio es representado por cada barra vertical, en la cual en su parte superior se ubica el valor máximo, en la parte inferior el valor mínimo y entre estos 2 valores se ubica el promedio. Los valores máximo, mínimo y promedio corresponden al eje vertical primario (lado izquierdo) mientras que los valores de la desviación estándar corresponden al eje vertical secundario (lado derecho). Los puntajes y coeficiente de variación están en diferente eje porque el máximo, mínimo y promedio están en la escala del 1-5 y el coeficiente de variación están generalmente entre los valores 0-1.

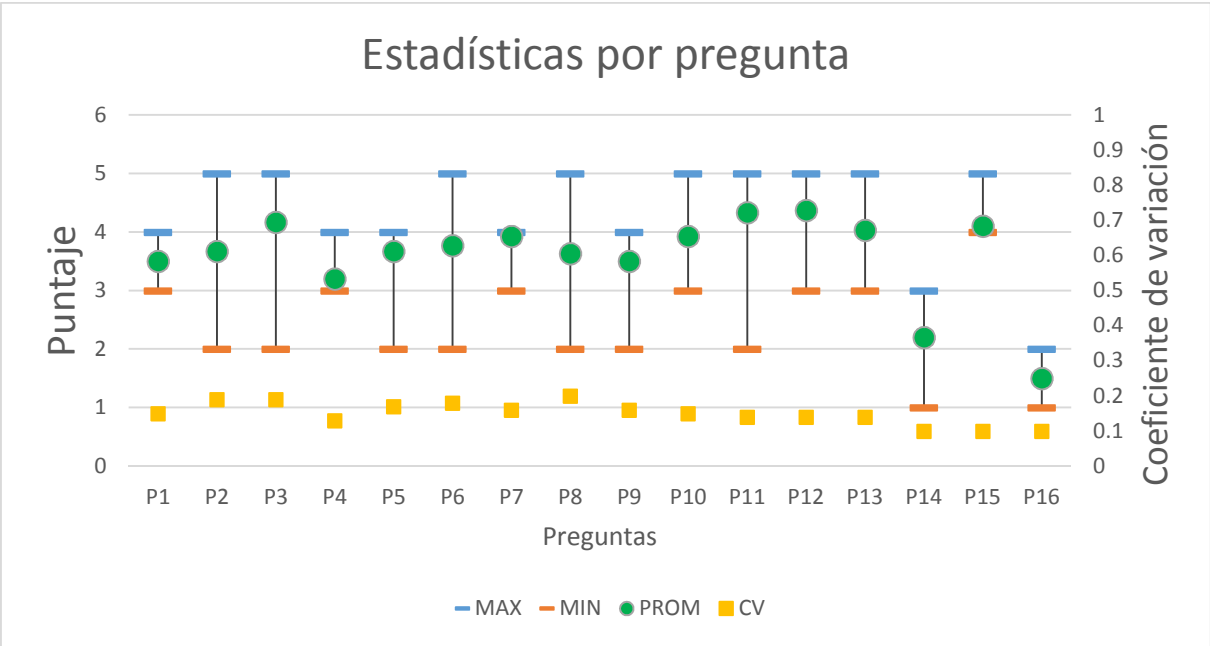


Figura 5-6 Gráfico de estadísticas por categoría. [Elaboración propia]

5.2. Resumen

El método propuesto se basa en evaluaciones usando heurísticas realizadas por expertos y en evaluaciones con pruebas de usuarios.

Cada evaluador de heurísticas debe ser “doble experto”, es decir que conozca sobre usabilidad y además tener experiencia en votación electrónica.

La evaluación con pruebas de usuario se debe realizar con personas que representen la población electoral. Esta muestra de usuarios deberá ser representativa (calidad) y significativa (cantidad), es decir que tenga todas las características de la población electoral.

Las heurísticas UsabVEP se plantearon en base a los trabajos de: [Nielsen,1993], [Mayhew,1992], [Constantine, 1995], [Pierotti, 2004], [Gonzales et. al., 2009], ISO/IEC 9126, [Quesenbery, 2001], [Tognazzini, 2003], [Hsu,20017] y un conjunto de nuevas heurísticas para la evaluación con expertos orientados al software de voto electrónico.

El cuestionario del método UsabVEP para las pruebas con usuarios finales consta de 16 preguntas agrupadas en las siguientes categorías: Diseño y organización de la Información, Terminología, Aprendizaje, Eficiencia y Satisfacción; y cuya calificación se mide según la escala de Likert con los valores de: Totalmente en desacuerdo, En desacuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, De acuerdo y Totalmente de acuerdo.

Para el análisis de datos de la evaluación de heurísticas se emitirá los siguientes reportes: Reporte de Problemas por heurísticas, Reporte de Total de heurísticas incumplidas por procesos, Reporte de Total de problemas encontrados por procesos, Reporte Estadístico de los problemas hallados y Reporte de Ranking de problemas.

Para el análisis de datos de la evaluación con pruebas de usuarios se emitirá el Reporte estadístico por categoría y Reporte estadístico por cada pregunta.

Capítulo 6 : Resultados y Discusión

El presente capítulo tiene como objetivo describir el caso de estudio y la realización de las evaluaciones empleando el método UsabVEP para evaluar la usabilidad del software del voto electrónico presencial. En este capítulo también se analizará los resultados de la evaluación de la usabilidad del software VEP, tanto en las pruebas realizadas por los expertos como en las pruebas de usuarios. Se explicará dichos resultados y por último se propondrá mejoras de usabilidad para la solución evaluada.

6.1. Descripción del caso de estudio

Para evaluar la usabilidad, se empleó el software del voto electrónico presencial implementado en las Nuevas Elecciones Municipales de Lima 2013. A continuación se describe los usuarios, procesos y materiales usados en cada fase del método UsabVEP.

6.1.1. Descripción del caso de estudio de la Fase 1: Evaluación heurística

Para realizar la evaluación heurística se seleccionó a 5 expertos que trabajan en ONPE y que cumplen las características de doble experto, es decir que conozcan sobre usabilidad y además que hayan trabajado o trabajen en el área de calidad del voto electrónico.

Se consideró los 5 procesos identificados de la votación electrónica presencial: Diagnóstico, Instalación, Sufragio, Escrutinio y Transmisión.

Se analizó que las heurísticas de Sonidos e Internacionalización no se evaluarían en los procesos de Diagnóstico, Sufragio, Escrutinio y Transmisión; debido a que no se consideran necesario tener instrucciones en otros idiomas. Pero si se consideraron necesarias en el proceso del Sufragio, debido a la amplia variedad de usuarios, pudiéndose presentar votantes iletrados o limitaciones visuales, cognitivas, etc.; los cuales necesitarían que se lea las instrucciones emitiendo sonidos. Además se consideró la existencia de usuarios quechua hablantes, para los cuales se consideró que se lea las instrucciones en quechua, por lo cual se necesitarían de las heurísticas de Sonido e Internacionalización.

Al formulario de heurísticas del método UsabVEP se agregó el formulario de heurísticas de Nielsen en caso de que los expertos detecten alguna heurística no contemplada en el método UsabVEP pero que si consideran que está en las heurísticas de Nielsen.

Asimismo se mencionó a los evaluadores expertos si consideran necesario añadir nuevas heurísticas al momento de la evaluación que no estén en los formularios de heurísticas, las agreguen y sean consideradas en la calificación de problemas.

6.1.2. Descripción del caso de estudio de la Fase 2: Evaluación con usuarios

Para realizar la evaluación con los usuarios se contó con la participación de 30 usuarios, los cuales tienen características descritas por el método y que refleja la población electoral peruana. En la tabla 6-1 se muestra la Descripción demográfica usada en la evaluación con usuarios.

Tabla 6-1 Descripción demográfica de la evaluación con usuarios

| Característica | Total | Porcentaje |
|------------------------------------|--------------|-------------------|
| Sexo | | |
| Hombre | 15 | 50% |
| Mujer | 15 | 50% |
| Total | 30 | 100% |
| Edad (años) | | |
| 18-24 | 6 | 20% |
| 25-34 | 8 | 25% |
| 35-49 | 9 | 30% |
| 50-64 | 4 | 15% |
| 64-a más | 3 | 10% |
| Total | 30 | 100% |
| Nivel de Instrucción | | |
| Primaria | 6 | 21% |
| Secundaria | 18 | 60% |
| Superior (Universidad o Instituto) | 3 | 12% |
| Educación especial e iletrados | 2 | 7% |
| Total | 30 | 100% |

Además contó con el cuestionario propuesto por el método UsabVEP para las pruebas con usuarios finales así como del software de votación electrónica. Para la evaluación con los usuarios finales solo se consideró evaluar la emisión del voto que es parte del proceso de sufragio de la solución del voto electrónico.

6.2. Aplicación del método al caso de estudio

A continuación, se describe cómo se realizó las actividades de cada fase del método UsabVEP empleado en el voto electrónico presencial.

6.2.1. Realización de la evaluación de la Fase 1: Evaluación heurística

A cada experto se le proporcionó las heurísticas del método UsabVEP y los formularios de evaluación de problemas, así como el software de voto electrónico para que interactúen y realicen las evaluaciones de usabilidad.

Cada experto exploró las interfaces de cada proceso del voto electrónico y registró sus problemas encontrados.

Luego de realizadas las evaluaciones individuales por cada experto, el supervisor consolidó los resultados en un solo formulario unificando aquellas filas que se referían al mismo problema, dando como resultado un único Formulario de Problemas Identificados.

Los problemas para un mejor análisis se agruparon por procesos de la votación electrónica.

A continuación cada experto calificó los problemas hallados, teniendo como referencia el formulario de calificación.

6.2.2. Realización de la evaluación de la Fase 2: Evaluación con usuarios

A cada usuario seleccionado se le explicó el propósito de la evaluación. Luego se le permitió realizar la emisión del voto con el software del voto electrónico presencial empleando las mismas interfaces de usuario usadas en los comicios electorales precedentes.

Luego de que el usuario interactuó con el sistema, se le pidió calificar cada pregunta del cuestionario propuesto.

6.3. Análisis de resultados

A continuación se analizarán los problemas encontrados en cada fase así como sus respectivos reportes y análisis.

6.3.1. Análisis de resultados de la fase 1: Evaluación heurística

La evaluación heurística identificó los siguientes problemas que se muestran en la tabla 6-2:

Tabla 6-2 Problemas encontrados [Elaboración propia]

| Proceso | Id Problema | Definición del problema | Heurísticas incumplidas |
|-------------|-------------|---|--|
| Instalación | P2 | No se visualiza completamente el nombre de los miembros de mesa cuando tienen nombres largos. | Visibilidad |
| Sufragio | P1 | No existe la posibilidad de mostrar o leer las instrucciones en otro idioma | Internacionalización |
| | P2 | No se visualiza completamente el nombre de los miembros de mesa cuando tienen nombres largos | Visibilidad |
| | P3 | No permite deshacer luego que se impugna a un elector por error. | Control |
| | P4 | El botón de impugnar quita protagonismo al botón de confirmar la identidad del elector y parece parte del flujo normal | Diseño de Texto |
| | P5 | El sistema no permite emitir voto a usuarios con limitaciones visuales | Limitaciones Visuales |
| | P6 | El sistema no permite emitir voto a usuarios con limitaciones motoras | Limitaciones motoras |
| | P7 | El sistema no permite emitir voto a usuarios con limitaciones cognitivas | Limitaciones cognitivas |
| | P8 | No permite la identificación biométrica del elector en caso haya impugnación del elector | Identificación |
| | P9 | El sistema no me indica en que parte del proceso (Instalación, Sufragio o Escrutinio) me encuentro, pero si me indica la actividad que estoy realizando. | Visibilidad, Elementos de Orientación |
| | P13 | No existe la posibilidad de leer las instrucciones emitiendo sonidos. | Audición |
| Escrutinio | P10 | Se debe usar mejor terminología cuando se está sumando los votos de la cabina de votación | Instructivo |
| Transmisión | P11 | La opción de transmitir por Contingencia no realiza una transmisión alterna en caso la transmisión normal falle. Lo que hace es solo una retransmisión por el mismo medio, pero si falla este medio no existe contingencia. | Instructivo, Contingencia, Consistencia entre el Sistema y mundo real, Control |
| | P12 | No existe una visibilidad del progreso de la transmisión ni el porcentaje de transmisión, ni cuanto falta por transmitir. | Visibilidad, Elementos de orientación |

En la figura 6-1, se observa que no se visualiza completamente el nombre de los miembros de mesa cuando tienen nombres largos. Esto incumple con la heurística de Visibilidad el cual nos dice que se deben de mostrar la totalidad de los elementos. Puede calificarse como un problema menor. Además se observa que el botón de “Impugnar” tratándose de un flujo alterno pocas veces usado, resta protagonismo al flujo normal que es botón “Confirmar”. Ambos tienen el mismo tamaño por lo que visualmente puede confundir al usuario, tratándose de un problema estético o menor de Diseño.

Compruebe Identidad del Elector ESTACION DE COMPROBACION

MESA N° 225786

DNI: 41627866

Apellido Paterno: FERNANDEZ Nombres: FRANCISCO TEODORO RO

Apellido Materno: RODRIGUEZ

Confirmar

Utilice el teclado cuando el lector de código de barras no reconozca el número de DNI

Si existe duda de la identidad del elector presione el botón IMPUGNAR

Impugnar

1 2 3

4 5 6

7 8 9

0 Borrar

Figura 6-1 : Identificación del elector

En la figura 6-2, al ejecutar involuntariamente la opción de Impugnar, si bien es cierto nos muestra un mensaje para confirmar la acción, no tenemos opción a deshacer la acción en caso se haya aceptado. Por lo que si impugnamos a un elector erróneamente, no tenemos opción a deshacer, por ende no podrá votar electrónicamente. Esto puede calificarse como un problema mayor.

Compruebe Identidad del Elector ESTACION DE COMPROBACION

MESA N° 225786

DNI: 41627866

Apellido Paterno: APELLIDO Nombres: NOMBRE NOMBRE

Apellido Materno: APELLIDO

Confirmar

¿Está seguro de Impugnar?

No Si

Utilice el lector de código de barras cuando el lector de código de barras no reconozca el número de DNI

Si existe duda de la identidad del elector presione el botón IMPUGNAR

Impugnar

1 2 3

4 5 6

7 8 9

0 Borrar

Imprimiendo 2 Copias

CARGO DE RETENCION DEL DNI POR IMPUGNACION

Imprimir

Impugnar

0 Borrar

Figura 6-2 Flujo de Impugnación del elector

En la figura 6-3, se debe usar mejor terminología cuando se está “Copiando votos” en la cabina de votación por lo que puede generar dudas al usuario por tratarse de un proceso que debería ser transparente. Esto puede calificarse como un problema menor de la heurística “Instructivo”.

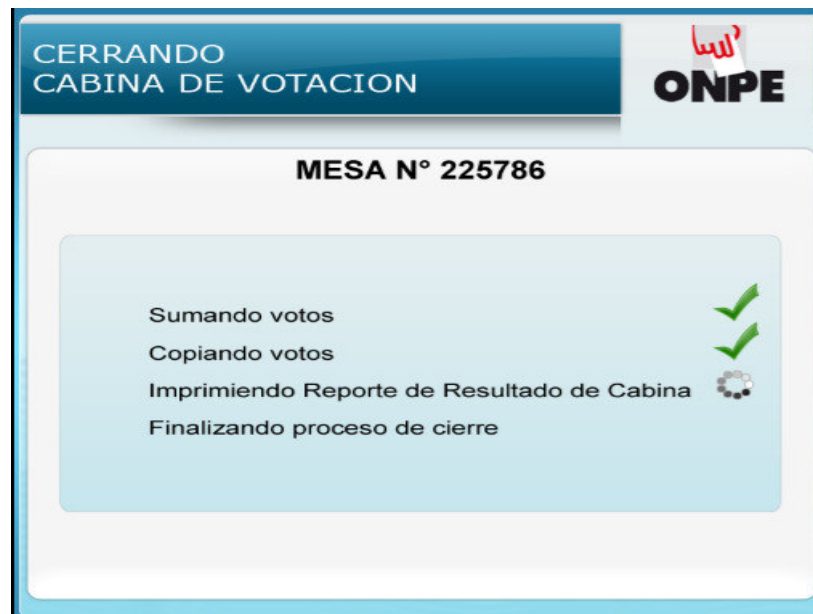


Figura 6-3 Cerrar cabina de votación

En la Figura 6-4 podemos ver que al realizar la transmisión de resultados, no muestra una barra de progreso, por lo que al tardar la acción puede confundir al usuario, entendiéndose que el tiempo de las transmisiones puede variar desde distintos lugares. Esto puede calificarse como un problema medio de Visibilidad.



Figura 6-4 Transmisión de resultados

En los problemas de usabilidad encontrados observamos que incumplen con las heurísticas de limitaciones visuales, motoras y cognitivas. Estos problemas pueden limitar o no permitir la interacción con el software a personas con este tipo de problemas. Tenemos que tener opciones o mecanismos para que este tipo de usuarios entienda las instrucciones y pueda seleccionar las opciones de su preferencia. Otro problema se puede presentar para usuarios quechua hablantes o que tengan otro idioma, lo cual limitaría el uso con el software al no poder leer o entender correctamente las instrucciones, lo cual se emplearía más tiempo en emitir su voto. En caso exista impugnación del elector, no existen mecanismos alternativos de identificación biométrica del elector, por lo cual no podríamos usar un flujo básico de la votación que es la identificación del elector. La calificación por cada evaluador se muestra en la tabla 6-3, teniendo como columnas S (Severidad), F (Frecuencia) y C (Críticidad).

Tabla 6-3 Calificación de los expertos [Elaboración propia]

| Id | Definición del problema | Evaluado r 1 | | | Evaluado r 2 | | | Evaluado r 3 | | | Evaluado r 4 | | | Evaluado r 5 | | |
|----|--|--------------|---|---|--------------|---|---|--------------|---|---|--------------|---|---|--------------|---|---|
| | | S | F | C | S | F | C | S | F | C | S | F | C | S | F | C |
| P1 | No existe la posibilidad de mostrar las instrucciones en otro idioma | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 6 |
| P2 | No se visualiza completamente el nombre de los miembros de mesa cuando tienen nombres largos | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| P3 | No permite deshacer luego que se impugna a un elector por error. | 4 | 2 | 6 | 3 | 1 | 4 | 4 | 2 | 6 | 4 | 1 | 5 | 4 | 2 | 6 |
| P4 | El botón de impugnar quita protagonismo al botón de confirmar la identidad del elector y parece parte del flujo normal | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| P5 | El sistema no permite emitir voto a usuarios con limitaciones visuales | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 |
| P6 | El sistema no permite emitir voto a usuarios con limitaciones motoras | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 |
| P7 | El sistema no permite emitir voto a usuarios con limitaciones cognitivas | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P8 | No permite la identificación biométrica del elector en caso haya impugnación del elector | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 5 |
| P9 | El sistema no me indica en que parte del proceso (Instalación, Sufragio o Escrutinio) me encuentro, pero si me indica la actividad que estoy realizando | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| P10 | Se debe usar mejor terminología cuando se está sumando los votos de la cabina de votación | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| P11 | La opción de transmitir por Contingencia no realiza una transmisión alterna en caso la transmisión normal falle. Lo que hace es solo una retransmisión por el mismo medio pero si este medio falla no existe contingencia | 3 | 1 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 | 1 | 5 | 3 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 |
| P12 | No existe una visibilidad del progreso de la transmisión ni el porcentaje de transmisión ni cuanto falta por transmitir | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 5 | 3 | 2 | 5 |
| P13 | No existe la posibilidad de leer las instrucciones emitiendo sonidos. | 3 | 4 | 7 | 3 | 3 | 6 | 3 | 4 | 7 | 4 | 4 | 8 | 3 | 4 | 7 |

En el reporte de heurísticas por problemas se encontró que las heurísticas de Visibilidad, Control, Elementos de orientación e Instrucciones son las que involucran más cantidad de problemas. Recordar que dado un problema puede afectar a una o varias heurísticas y viceversa, dado una heurística pueden hallarse uno o varios problemas.

En la tabla 6-4 podemos ver el resumen de este reporte de heurísticas por problemas.

Tabla 6-4 Heurísticas por problemas [Elaboración propia]

| Heurísticas afectadas | Id Problemas | Total de Problemas |
|---|--------------|--------------------|
| Internacionalización | P1 | 1 |
| Visibilidad | P2, P9, P12 | 3 |
| Control | P3, P11 | 2 |
| Diseño de texto | P4 | 1 |
| Limitaciones Visuales | P5 | 1 |
| Limitaciones motoras | P6 | 1 |
| Limitaciones Cognitivas | P7 | 1 |
| Identificación | P8 | 1 |
| Elementos de Orientación | P9, P12 | 2 |
| Instructivo | P10, P11 | 2 |
| Consistencia entre Sistema y mundo real | P11 | 1 |
| Contingencia | P11 | 1 |
| Audición | P13 | 1 |

En la figura 6-5 se muestra un gráfico que nos ayuda a visualizar mejor este reporte de Total de heurísticas por problemas:

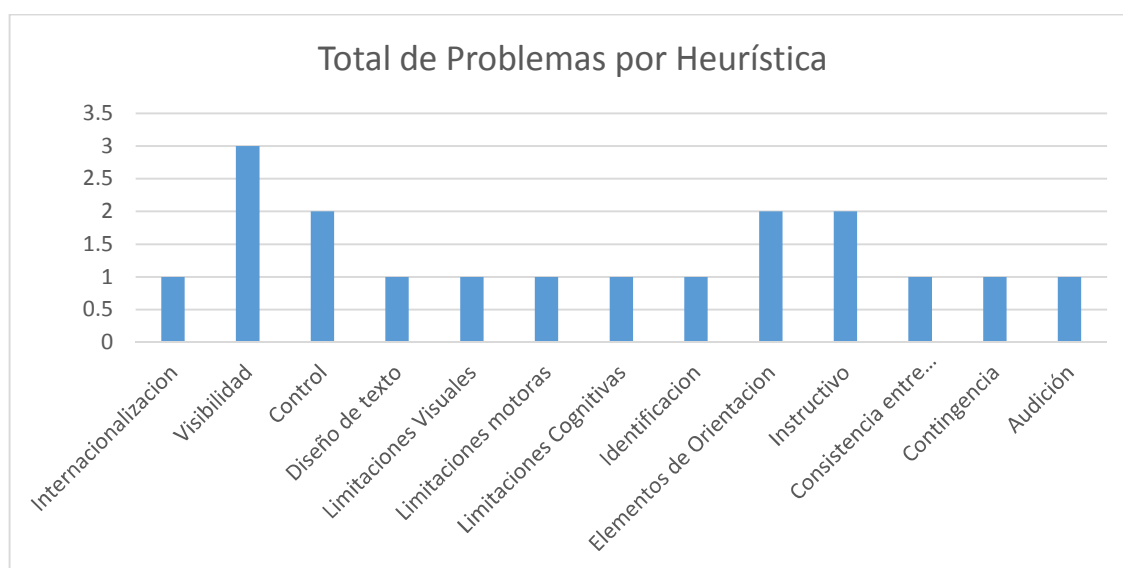


Figura 6-5 Total de problemas por Heurística [Elaboración propia]

El reporte de heurísticas incumplidas por cada proceso de votación, podemos encontrar que los procesos de Sufragio y Transmisión son los que presentan la mayor cantidad de heurísticas incumplidas. En la tabla 6-5 podemos ver el resumen de este reporte de heurísticas incumplidas por proceso de la votación electrónica.

Tabla 6-5 Heurísticas incumplidas por procesos de la votación. [Elaboración propia]

| Proceso | Total de heurísticas incumplidas | Porcentaje de heurísticas |
|-------------|----------------------------------|---------------------------|
| Diagnóstico | 0 | 0% |
| Instalación | 1 | 6% |
| Sufragio | 10 | 56% |
| Escrutinio | 1 | 6% |
| Transmisión | 6 | 33% |

En la figura 6-6 y 6-7 se muestra el reporte de Total y porcentajes de heurísticas incumplidas por cada proceso de la votación electrónica:

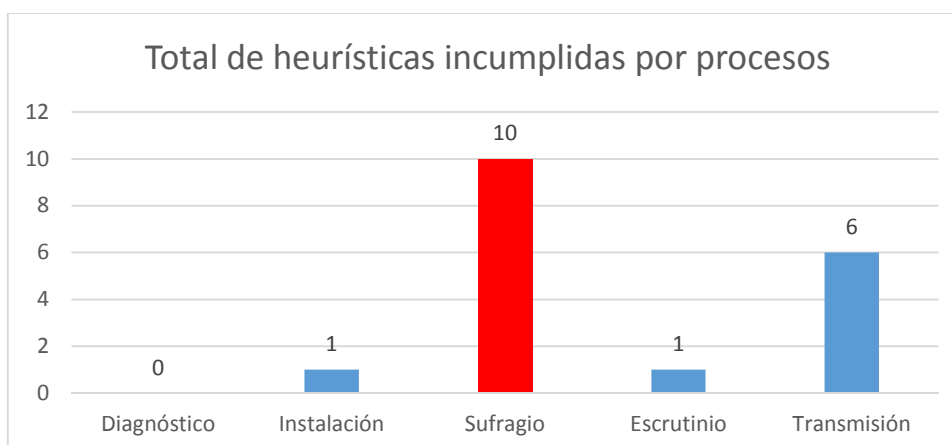


Figura 6-6 Total de Heurísticas incumplidas por Proceso [Elaboración propia]

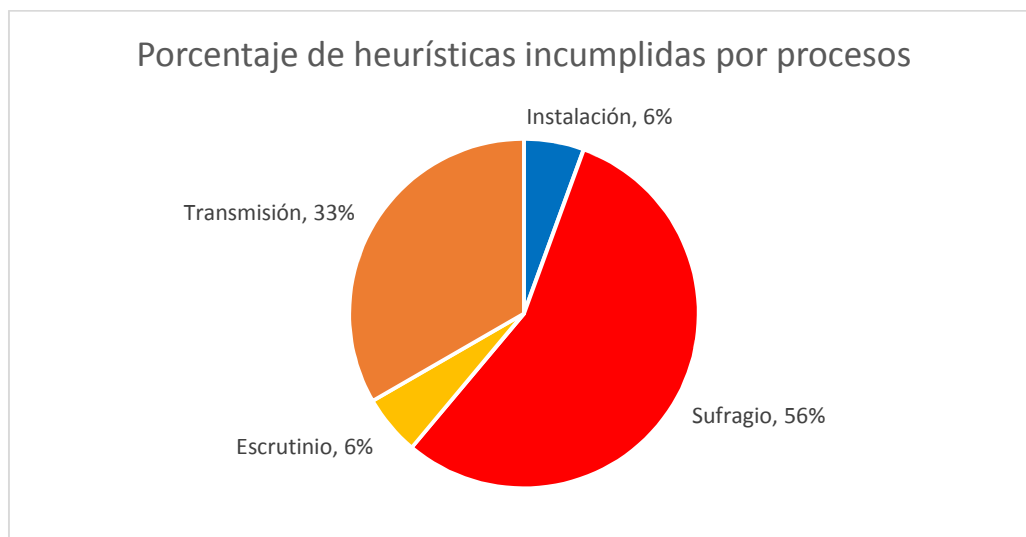


Figura 6-7 Porcentaje de Heurísticas incumplidas por Proceso [Elaboración propia]

El reporte de problemas encontrados por cada proceso podemos observar que el proceso de Sufragio presenta la mayor cantidad de problemas. En la tabla 6-6 podemos ver el resumen de este reporte de problemas por proceso.

Tabla 6-6 Problemas por Procesos de votación. [Elaboración propia]

| Proceso | Total de Problemas | Porcentaje de Problemas |
|-------------|--------------------|-------------------------|
| Diagnóstico | 0 | 0% |
| Instalación | 1 | 7% |
| Sufragio | 10 | 72% |
| Escrutinio | 1 | 7% |
| Transmisión | 2 | 14% |

En la figura 6-8 y 6-9 se muestra el reporte de Total y porcentajes de problemas por cada proceso de la votación electrónica:

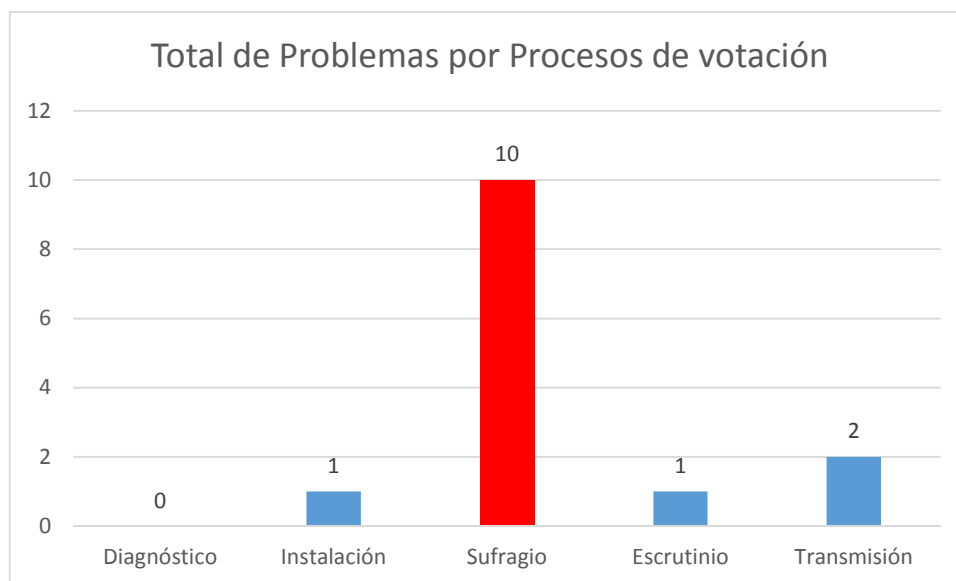


Figura 6-8 Total de problemas encontrados por Proceso. [Elaboración propia]

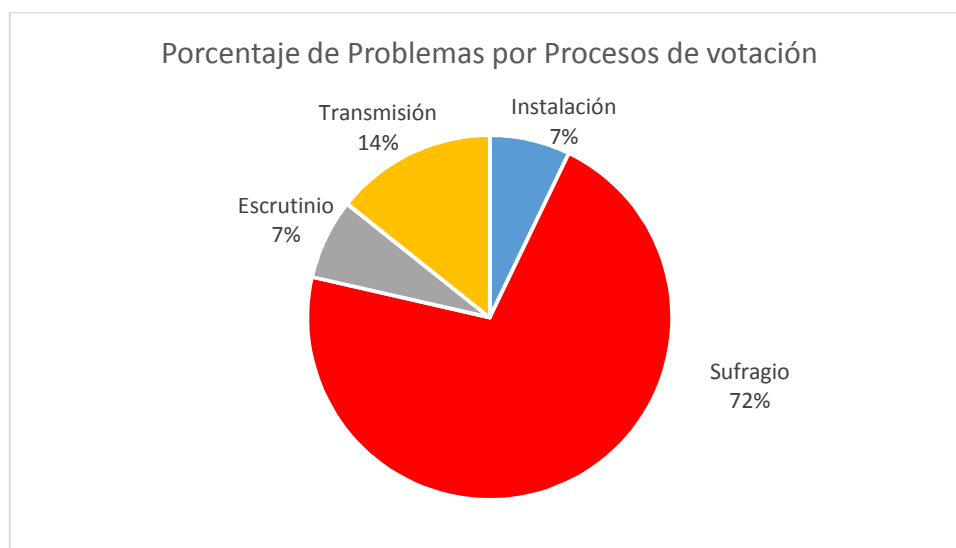


Figura 6-9 Porcentaje de problemas encontrados por Proceso. [Elaboración propia]

El reporte de estadísticas se muestra en la tabla 6-7, en el cual podemos observar que existe poca variabilidad entre las calificaciones de los expertos, esto indica que los datos son representativos y no existe mucha dispersión entre sus valores. Podemos observar que hubo expertos que han considerado un puntaje de severidad de 4 (el máximo en la calificación) en los problemas P3, P11 y P13.

Tabla 6-7 Reporte de Estadísticas de calificaciones. [Elaboración propia]

| Id. Problema | MAX | | | MIN | | | PROM | | | DESV | | | COEF VARIACION | | |
|-----------------|-----|---|---|-----|---|---|------|-----|-----|------|-----|-----|----------------|-----|-----|
| | S | F | C | S | F | C | S | F | C | S | F | C | S | F | C |
| P1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1.8 | 1.0 | 2.8 | 0.4 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 0.0 | 0.1 |
| P2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2.0 | 1.4 | 3.4 | 0.0 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 0.3 | 0.1 |
| P3 | 4 | 2 | 6 | 3 | 1 | 4 | 3.8 | 1.6 | 5.4 | 0.4 | 0.5 | 0.8 | 0.1 | 0.3 | 0.1 |
| P4 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1.4 | 1.0 | 2.4 | 0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.3 | 0.0 | 0.2 |
| P5 | 3 | 2 | 5 | 2 | 1 | 3 | 2.6 | 1.4 | 4.0 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| P6 | 3 | 2 | 5 | 2 | 1 | 3 | 2.6 | 1.4 | 4.0 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| P7 | 3 | 2 | 5 | 2 | 1 | 3 | 2.6 | 1.4 | 4.0 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| P8 | 3 | 2 | 5 | 2 | 1 | 3 | 2.4 | 1.2 | 3.6 | 0.5 | 0.4 | 0.8 | 0.2 | 0.3 | 0.2 |
| P9 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| P10 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1.0 | 1.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| P11 | 4 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 | 3.2 | 1.4 | 4.6 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.1 | 0.3 | 0.1 |
| P12 | 3 | 2 | 5 | 2 | 2 | 4 | 2.4 | 2.0 | 4.4 | 0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | 0.1 |
| P13 | 4 | 4 | 8 | 3 | 3 | 6 | 3.2 | 3.8 | 7.0 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |

En la figura 6-10 se muestra el gráfico de Estadísticas de la criticidad de los problemas el cual podemos ver que existe poco rango entre el máximo y el mínimo en la calificación de los evaluadores, eso quiere decir que el promedio es representativo. El gráfico ayuda también a visualizar el promedio de los problemas por lo que se puede identificar rápidamente los problemas críticos. Se observa además problemas en los que no existe variación entre las calificaciones de los evaluadores (P9 y P10).

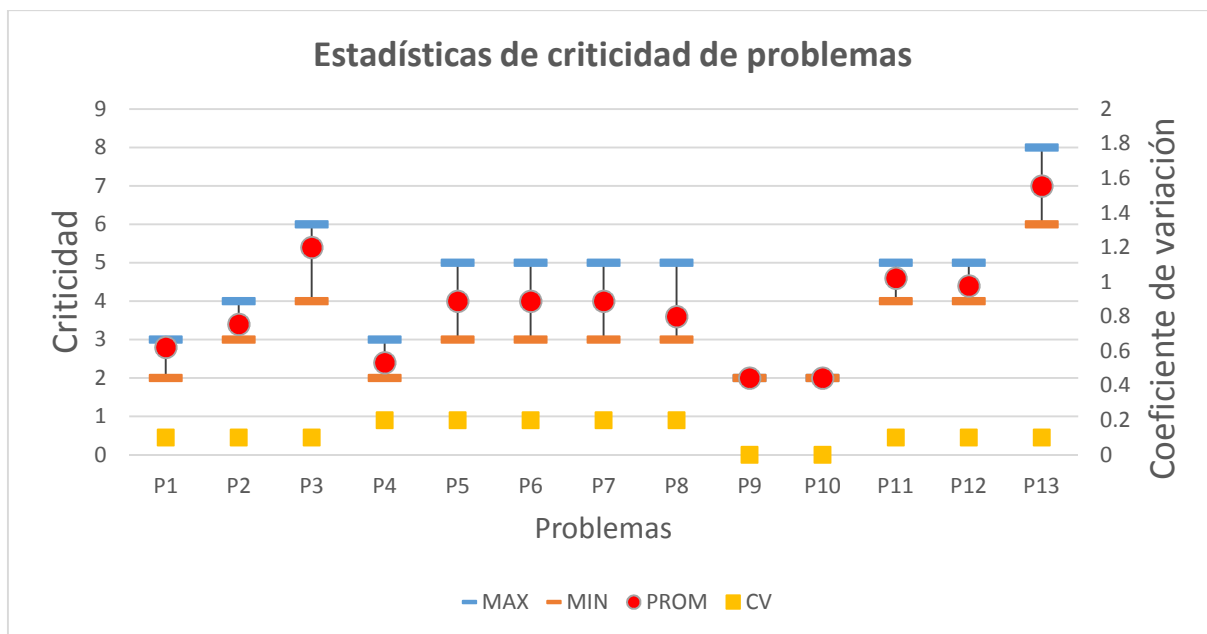


Figura 6-10 Estadísticas de criticidad de problemas. [Elaboración propia]

En el reporte de ranking de problemas mostrados en las tablas 6-8 y 6-9 se visualiza los problemas ordenados descendientemente por Severidad y Criticidad respectivamente. Se observa que los problemas P3, P11, P13 tienen alto valor de Severidad y Criticidad. Además el problema P12 tiene un regular nivel de Criticidad y es uno de los problemas más frecuentes. Todos estos problemas se recomiendan ser corregidos con más prioridad, dado que estos problemas afectan al sistema en mayor magnitud que los demás problemas.

Tabla 6-8 : Problemas ordenados por Severidad [Elaboración propia]

| Id Problema | PROMEDIO | | |
|----------------|----------|-----|-----|
| | S | F | C |
| P3 | 3.8 | 1.6 | 5.4 |
| P11 | 3.2 | 1.4 | 4.6 |
| P13 | 3.2 | 3.8 | 7.0 |
| P5 | 2.6 | 1.4 | 4.0 |
| P6 | 2.6 | 1.4 | 4.0 |
| P7 | 2.6 | 1.4 | 4.0 |
| P8 | 2.4 | 1.2 | 3.6 |
| P12 | 2.4 | 2.0 | 4.4 |
| P2 | 2.0 | 1.4 | 3.4 |
| P1 | 1.8 | 1.0 | 2.8 |
| P4 | 1.4 | 1.0 | 2.4 |
| P9 | 1.0 | 1.0 | 2.0 |
| P10 | 1.0 | 1.0 | 2.0 |

Tabla 6-9 : Problemas ordenados por Criticidad [Elaboración propia]

| Id Problema | PROMEDIO | | |
|----------------|----------|-----|-----|
| | S | F | C |
| P13 | 3.2 | 3.8 | 7.0 |
| P3 | 3.8 | 1.6 | 5.4 |
| P11 | 3.2 | 1.4 | 4.6 |
| P12 | 2.4 | 2.0 | 4.4 |
| P5 | 2.6 | 1.4 | 4.0 |
| P6 | 2.6 | 1.4 | 4.0 |
| P7 | 2.6 | 1.4 | 4.0 |
| P8 | 2.4 | 1.2 | 3.6 |
| P2 | 2.0 | 1.4 | 3.4 |
| P1 | 1.8 | 1.0 | 2.8 |
| P4 | 1.4 | 1.0 | 2.4 |
| P9 | 1.0 | 1.0 | 2.0 |
| P10 | 1.0 | 1.0 | 2.0 |

En la tabla 6-10 se muestra el reporte de problemas por categoría de severidad en base a su promedio de severidad. En este reporte nos podemos dar cuenta que la mayoría de problema son mayores y que existen 3 problemas críticos.

Tabla 6-10 Problemas por categoría de severidad. [Elaboración propia]

| Severidad (S) | Intervalo de Promedio | Problemas | Total de problemas | Porcentaje de problemas |
|---------------|-----------------------|-----------------|--------------------|-------------------------|
| Crítico | >3 | P3,P11, P13 | 3 | 23% |
| Mayor | >2 | P5,P6,P7,P8,P12 | 5 | 38% |
| Menor | >1 | P2,P1,P4 | 3 | 23% |
| Mínimo | =1 | P9, P10 | 2 | 15% |

En la figura 6-11 y 6-12 se muestra el reporte de Total y porcentajes de problemas por categoría de severidad:

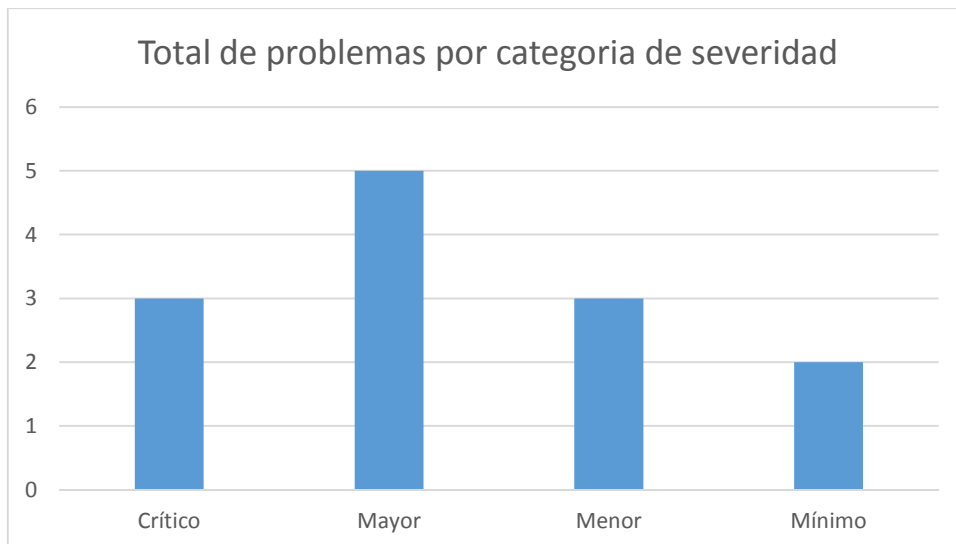


Figura 6-11 Total de problemas por categoría de severidad. [Elaboración propia]

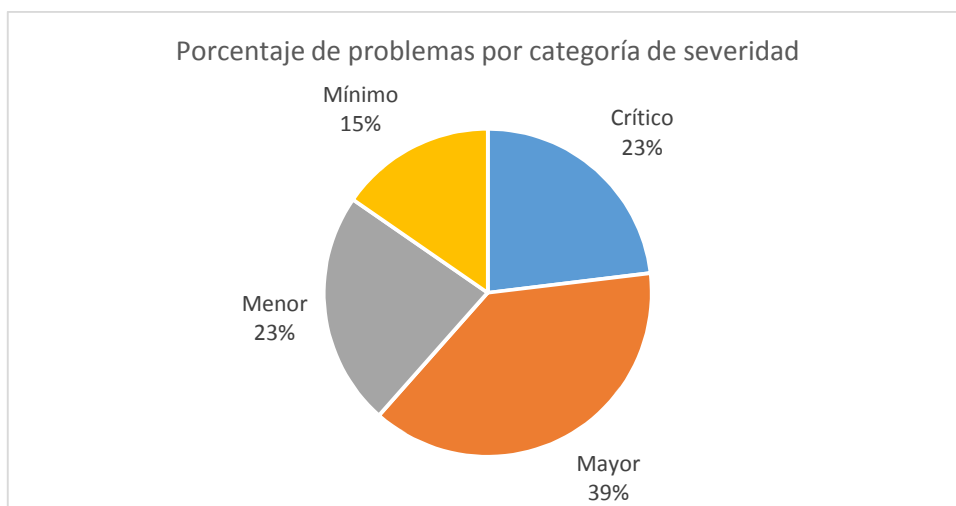


Figura 6-12 Porcentaje de problemas por categoría de severidad. [Elaboración propia]

6.3.2. Análisis de resultados de la fase 2: Evaluación con usuarios

La evaluación con usuarios identificó los siguientes resultados:

En el reporte de estadísticas por categorías mostrado en la tabla 6-11 podemos observar que todas las categorías superan el valor de 3 que corresponde a “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”, es decir de manera general existe una buena aceptación por parte del usuario. Pero podemos observar también que hubo usuarios que estuvieron en desacuerdo (puntuación igual a 2) en algunas preguntas dentro de todas las categorías a excepción de la Eficiencia. Además se puede observar que existe poca variabilidad entre las calificaciones, esto indica que los datos son representativos y no existe mucha dispersión entre sus valores.

Tabla 6-11 : Reporte de estadísticas por categoría. [Elaboración propia]

| Categorías | MAX | MIN | PROM | VAR | DESV | CV |
|---|-----|-----|------|------|------|------|
| Diseño y organización de la Información | 5 | 2 | 3.99 | 0.50 | 0.70 | 0.18 |
| Terminología | 5 | 2 | 3.78 | 0.47 | 0.68 | 0.18 |
| Aprendizaje | 5 | 2 | 3.72 | 0.38 | 0.61 | 0.16 |
| Eficiencia | 5 | 3 | 4.35 | 0.37 | 0.61 | 0.14 |
| Satisfacción | 5 | 2 | 4.08 | 0.47 | 0.69 | 0.17 |

En la figura 6-13 se muestra el gráfico de Estadísticas por categorías de las preguntas del cuestionario. En este gráfico podemos ver que existe poco rango entre el máximo y el mínimo en la calificación, eso quiere decir que el promedio es representativo.

El gráfico nos ayuda también a visualizar el promedio de las calificaciones por lo que se puede identificar rápidamente aquellas categorías que no tengan buena aceptación de los usuarios. En este caso todos los promedios están por encima de 3 por lo que podríamos decir que hubo aceptación por parte del usuario.

En la gráfica también se observa que los coeficientes de variación están bajos por lo que el promedio es confiable.

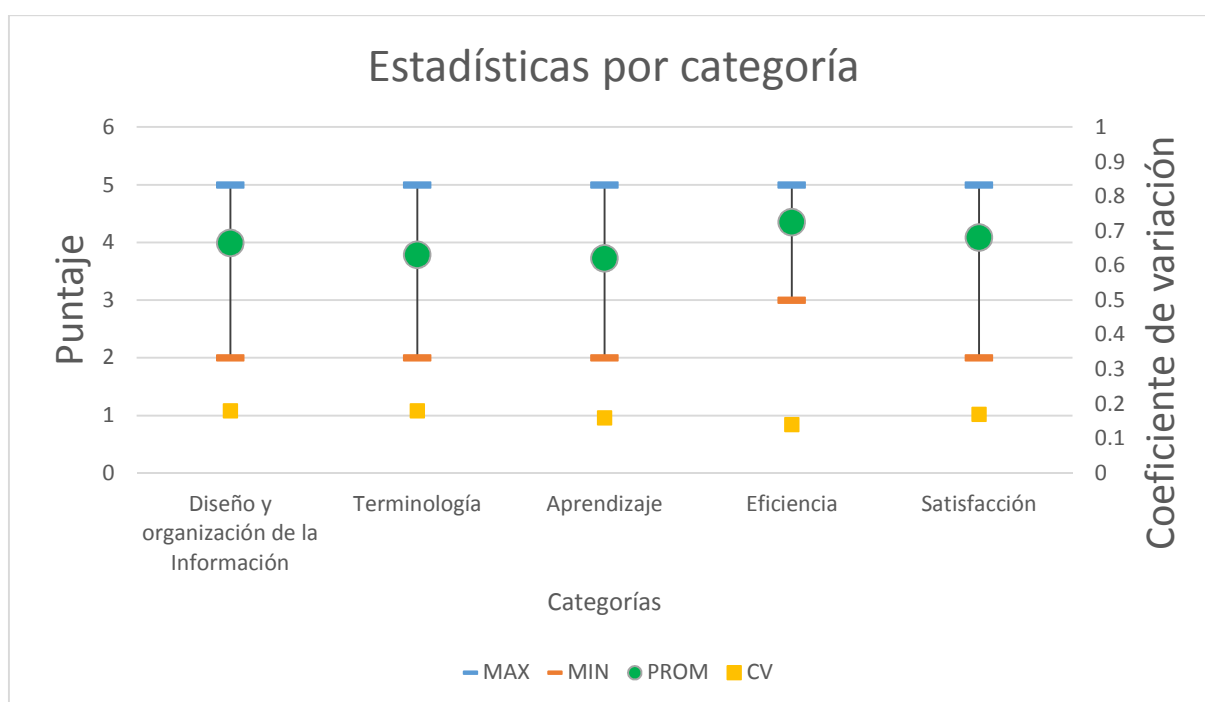


Figura 6-13 Estadísticas por categoría de preguntas. [Elaboración propia]

En el reporte de estadísticas por preguntas mostrado en la tabla 6-12 podemos observar que todas las preguntas 9 y 16 fueron las únicas que ningún usuario le puso

máximo puntaje. Además las preguntas 9 y 16 son las que tienen promedio más bajo pero superando el valor de 3 que corresponde a la calificación de “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”. Esto nos indica que los usuarios no estuvieron del todo convencido que el sistema es fácil de aprender para cualquier tipo de persona, y que tampoco se sintieron completamente seguros de usarlo.

Se puede observar que de manera general todas las preguntas superan el valor de 3 que corresponde a “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”.

Además se puede observar que existe poca variabilidad entre las calificaciones, esto indica que los datos son representativos y no existe mucha dispersión entre sus valores.

Tabla 6-12 : Reporte de estadísticas por cada pregunta. [Elaboración propia]

| Preguntas | | MAX | MIN | PROM | VAR | DESV | CV |
|-----------|---|-----|-----|------|------|------|------|
| 1 | Lectura de las instrucciones en la pantalla es claramente legible | 5 | 3 | 4.23 | 0.38 | 0.63 | 0.15 |
| 2 | La secuencia de pantallas es coherente. | 5 | 3 | 3.67 | 0.49 | 0.71 | 0.19 |
| 3 | La posición de los mensajes de información y de error en la pantalla es consistente | 5 | 2 | 4.17 | 0.61 | 0.79 | 0.19 |
| 4 | Fue fácil de encontrar lo que quiero en la pantalla | 5 | 3 | 4.20 | 0.29 | 0.55 | 0.13 |
| 5 | El diseño es atractivo | 5 | 3 | 3.67 | 0.36 | 0.61 | 0.17 |
| 6 | Términos empleados en todo el sistema son claramente entendibles | 5 | 3 | 3.77 | 0.46 | 0.68 | 0.18 |
| 7 | Terminología informática está relacionada con la tarea que está haciendo | 5 | 3 | 3.93 | 0.41 | 0.64 | 0.16 |
| 8 | El sistema me mantiene informado sobre lo que está haciendo | 5 | 2 | 3.63 | 0.52 | 0.72 | 0.20 |
| 9 | Creo que el sistema es fácil de aprender para cualquier tipo de persona | 4 | 2 | 3.50 | 0.33 | 0.57 | 0.16 |
| 10 | Fue muy fácil interactuar con el sistema la primera vez que lo use | 5 | 3 | 3.93 | 0.34 | 0.58 | 0.15 |
| 11 | El sistema responde rápido cuando interactué | 5 | 3 | 4.33 | 0.37 | 0.61 | 0.14 |
| 12 | Este software me ahorro tiempo que si las operaciones lo haría manualmente | 5 | 3 | 4.37 | 0.38 | 0.61 | 0.14 |
| 13 | El sistema es muy fácil de usar | 5 | 3 | 4.03 | 0.31 | 0.56 | 0.14 |
| 14 | Este software de votación electrónica debe de reemplazar a la votación manual | 5 | 4 | 4.70 | 0.22 | 0.47 | 0.10 |
| 15 | Me gustaría usar este sistema la próxima vez | 5 | 4 | 4.20 | 0.17 | 0.41 | 0.10 |
| 16 | Me he sentido seguro de usar este software | 4 | 2 | 3.37 | 0.31 | 0.56 | 0.17 |

En la figura 6-14 se muestra el gráfico de Estadísticas por preguntas del cuestionario. En este gráfico podemos ver que existe poco rango entre el máximo y el mínimo en la calificación, eso quiere decir que el promedio es representativo.

El gráfico nos ayuda también a visualizar el promedio de las calificaciones por lo que se puede identificar rápidamente aquellas preguntas que no tengan buena aceptación de los usuarios. En este caso todos los promedios están por encima de 3 por lo que podríamos decir que hubo aceptación por parte del usuario.

En la gráfica también se observa que los coeficientes de variación están bajos por lo que el promedio es confiable.

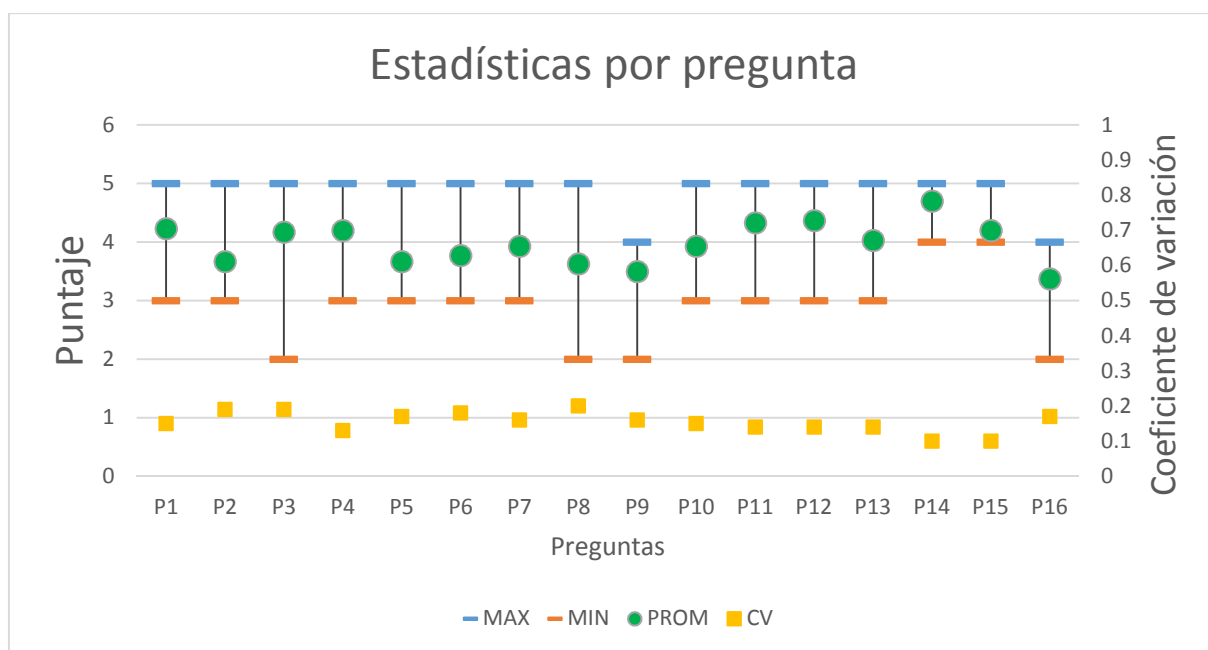


Figura 6-14 Estadísticas por preguntas del cuestionario. [Elaboración propia]

6.4. Mejoras propuestas al sistema

Teniendo como sustento los problemas encontrados en las evaluaciones heurísticas y las pruebas de usuarios, se realizaron un conjunto de recomendaciones por cada problema, los cuales se muestran a continuación:

Problema 1: No existe la posibilidad de mostrar las instrucciones en otro idioma.

Este problema parece no ser tan crítico si se tratase de poblaciones homogéneas, o si se tiene en cuenta que los electores se puede guiar por la imagen del partido político de su preferencia para la emisión de su voto. Para mitigar este problema se recomienda tener la posibilidad de mostrar las instrucciones en otros idiomas o en el caso de los electores quechua hablantes (que no tienen escritura) podemos emitir las instrucciones por sonidos.

Problema 2: No se visualiza completamente el nombre de los miembros de mesa cuando tienen nombres largos. Este problema es estético por lo tanto se recomienda solamente emplear controles de mayores dimensiones. Se puede considerar la posibilidad de mostrar los nombres y apellidos de los electores o miembros de mesa en una nueva pantalla en casos extremos cuyos textos sean extensos.

Problema 3: No permite deshacer luego de impugnar a un elector por error. Este problema es crítico en caso suceda por acción involuntaria del miembro de mesa. Además una vez que el usuario impugne al elector no debe ser tan fácil deshacerlo porque implica una acción legal del Jurado Nacional de Elecciones. Se recomienda tener la opción de deshacer la impugnación mediante una clave que realice dicha acción.

Problema 4: Botón Impugnar quita protagonismo al botón de confirmar la identidad del elector y parece parte del flujo normal. Este problema también es estético. Se recomienda hacer el botón de Impugnar al elector más pequeño, ya que no es una opción de uso frecuente.

Problema 5: El sistema no permite emitir voto a usuarios con limitaciones visuales. Se recomienda tener opciones que emitan sonidos o emplear auriculares, sopladores, sorbedores, pedales, manivelas u otros dispositivos de tecnología adaptativa para proporcionar la debida accesibilidad. Se puede hacer el uso de papeletas electrónicas en braille. Una opción fácil de implementar sería la emisión de sonido a través de audífonos para que solo el elector invidente pueda escuchar su voto y se mantenga el carácter secreto del voto.

Problema 6: El sistema no permite emitir voto a usuarios con limitaciones motoras. Se recomienda tener opciones que emitan sonidos o emplear auriculares, sopladores, sorbedores u otros dispositivos de tecnología adaptativa para

proporcionar la debida accesibilidad. Podemos seleccionar opciones mediante reconocimiento de voz o por detección de movimientos de la cabeza mediante giroscopios.

Problema 7: El sistema no permite emitir voto a usuarios con limitaciones cognitivas. Esta es una de las recomendaciones más difíciles de sugerir. De momento solo se recomienda que la persona con discapacidad vote con una persona que lo acompañe al momento de emitir su voto.

Problema 8: No permite la identificación biométrica del elector en caso haya impugnación del elector. Se recomienda el uso de identificadores de huella dactilar ya que RENIEC (Registro Nacional de Identificación y Estado Civil) cuenta con este banco de datos. Se puede usar otras opciones de identificación biométrica como reconocimiento de rostros al poder capturar una imagen del rostro del usuario y compararla con su fotografía digital ya almacenada en el dispositivo de identificación.

Problema 9: El sistema no me indica en que parte del proceso (Instalación, Sufragio o Escrutinio) me encuentro, pero si me indica la actividad que estoy realizando. Es un problema mínimo. Se recomienda en la parte superior indicar el proceso en el que se encuentra y luego indicar la actividad que se está realizando dentro del proceso

Problema 10: Se debe usar mejor terminología cuando se está sumando los votos de la cabina de votación. Es un problema mínimo. Se recomienda usar una descripción más entendible para el usuario. La duda surge porque el sistema informa que esta “Sumando votos” y luego “Copiando votos”. Este último término generó dudas de que está haciendo realmente el ítem “Copiando votos”.

Problema 11: La opción de transmitir por Contingencia no realiza una transmisión alterna en caso la transmisión normal falle. Lo que hace es solo una retransmisión por el mismo medio, pero si por este medio falla no existe contingencia. Se debe tener otro recurso adicional en caso de no poder realizar la transición desde el equipo, por ejemplo una máquina especial independiente para la transición de resultados.

Problema 12: No existe una visibilidad del progreso de la transmisión ni el porcentaje de transmisión ni cuanto falta por transmitir. Se recomienda usar una barra de progreso indicando el porcentaje de información transferida. El problema hallado puede generar incertidumbre al momento de realizarse la transmisión por lo

que al tardar la acción puede confundir al usuario, entendiéndose que el tiempo de las transmisiones puede variar desde distintos lugares. Esto puede calificarse como un problema medio de Visibilidad del estado del sistema.

Problema 13: No existe la posibilidad de leer las instrucciones emitiendo sonidos. Se recomienda el uso de auriculares para la emisión de sonido de manera que se pueda leer las instrucciones. Esto ayudaría a los electores con alguna discapacidad o quechua hablantes (recordar que el quechua es hablado y no tiene escritura). Además el uso del Sonido incrementaría la seguridad al momento de interactuar con el sistema.

Respecto a los resultados obtenidos en las pruebas con usuarios, el cual nos indica que los usuarios no estuvieron del todo convencido que el sistema es fácil de aprender para cualquier tipo de persona, y que tampoco se sintieron completamente seguros de usarlo. Se recomienda capacitación por Internet previas a la elecciones el cual el usuario que no pueda asistir a una capacitación pueda acceder a una capacitación virtual o haciendo uso de una “demo” de como emitir su voto el día de las elecciones.

6.5. Comparación de la usabilidad de la cédula de votación electrónica entre 2 software de voto electrónico.

El método UsabVEP también puede ser usado para comparar la usabilidad entre 2 aplicaciones, por lo que se hará una comparación de la usabilidad de la cédula de votación electrónica usadas en la segunda vuelta de las elecciones presidenciales del año 2011 y 2016 al haberse empleado 2 software diferentes y al ser la tarea más crítica y en la que diferentes tipos de usuarios interactúan en esta tarea, la emisión del voto.

En la figura 6-15 y 6-16 se muestran las interfaces de las cédulas de votación electrónica de las elecciones presidenciales segunda vuelta 2011.



Figura 6-15 Interfaz de la cédula de capacitación del voto electrónico presencial 2011



Figura 6-16 . Interfaz de la cédula de capacitación del voto electrónico presencial 2016[[ONPE, 2016 b]

6.5.1. Problemas encontrados

Los problemas encontrados en la cédula de sufragio de la Segunda Elección Presidencial 2011 del software de voto electrónico presencial fueron los siguientes:

Problema 1: No existe la posibilidad de leer las instrucciones usando el sonido. El incumplimiento de esta heurística puede afectar a aquellos usuarios iletrados o con limitaciones visuales. Debido a que en la cédula se muestra se muestra la imagen del candidato, este problema puede ser considerado como menor. Este problema afecta a la heurística de Sonido.

Los problemas encontrados en la cédula de sufragio de la Segunda Elección Presidencial 2016 del software de voto electrónico presencial fueron los siguientes:

Problema 2: Los botones de “Voto blanco” y “Voto Nulo” están ubicados en la parte inferior de cada opción de cada opción presidencial, lo cual pueden ser confundidos al pensar que dichos botones le corresponden a las opciones presidenciales al ubicarse justo debajo de estas. Este problema se consideró crítico debido a que el usuario puede seleccionar puede marcar estos botones pensando que corresponden a las opciones de su preferencia. Muchas veces el usuario no lee las instrucciones o el texto en los botones guiándose principalmente en el diseño u orientación de los controles. Este problema incumple con la heurística de Elementos de orientación.

6.5.2. Calificación de problemas

En la tabla 6-13 se muestra las calificaciones de los evaluadores por cada problema. Para este caso solo se usó 3 evaluadores debido a que solo se evaluó una tarea en particular, la emisión del voto.

Tabla 6-13 : Comparación de problemas de heurísticas. [Elaboración propia]

| Software | Problema | Evaluador 1 | | | Evaluador 2 | | | Evaluador 3 | | |
|----------|--|-------------|---|---|-------------|---|---|-------------|---|---|
| | | S | F | C | S | F | C | S | F | C |
| VEP 2011 | P1: No existe la posibilidad de leer las instrucciones usando el sonido. | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| VEP 2016 | P2: Confusión entre los botones Blanco y Nulo con las opciones presidenciales. | 4 | 3 | 7 | 4 | 3 | 7 | 3 | 3 | 6 |

En la tabla 6-14 se muestra funciones estadísticas de las calificaciones, tales como máximo, mínimo, promedio, desviación estándar y coeficiente de variabilidad. En esta

tabla podemos observar que el Problema 2 es el más crítico al tener un promedio de 6.67 por lo que este problema debe ser solucionado con mayor prioridad.

Tabla 6-14 : Comparativo de estadísticas de las calificaciones. [Elaboración propia]

| Software | Id Problema | Promedio | | | Desviación estándar | | | Coeficiente de variación | | |
|----------|-------------|----------|---|-------------|---------------------|---|------|--------------------------|---|------|
| | | S | F | C | S | F | C | S | F | C |
| VEP 2011 | P1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| VEP 2016 | P2 | 3.67 | 3 | 6.67 | 0.47 | 0 | 0.47 | 0.13 | 0 | 0.07 |

6.5.3. Recomendaciones de problemas encontrados

En base a los problemas encontrados podemos mencionar las siguientes recomendaciones a cada problema, los cuales se muestran en la tabla 6-15.

Tabla 6-15 Recomendaciones de problemas encontrados. [Elaboración propia]

| Software | Problema | Recomendación |
|----------|--|--|
| VEP 2011 | P1: No existe la posibilidad de leer las instrucciones usando el sonido. | Este problema es menor, debido a que el elector puede guiarse por la fotografía de su opción. Pero debería implementarse dicha opción de sonido a fin de tener una mejor interacción con el usuario, o en caso se presenten electores invidentes. |
| VEP 2016 | P2: Confusión entre los botones Blanco y Nulo con las opciones presidenciales. | Este es un problema crítico. Debería de cambiarse el diseño o ubicación de los botones y ser más uniformes las opciones. El botón en blanco no debería ser una opción, sino más bien se asume que es voto en blanco cuando el elector no selecciona alguna opción. |

6.6. Validación del método

Para realizar la validación del método, se realizó una comparación entre las heurísticas del método UsabVEP propuesto y las heurísticas de Nielsen. Para ello se construirá un reporte que muestre el total de problemas encontrados por cada método. Este reporte sirve para determinar qué conjunto de heurísticas encontró más problemas de usabilidad. Además mostrará cuantos problemas en común fueron

encontrados por ambos conjuntos de heurísticas, así también cuantos problemas fueron encontrados por las heurísticas propuestas por Nielsen y no por las de UsabVEP y cuantos problemas fueron encontrados por UsabVEP y no por las heurísticas propuestas por Nielsen. En la tabla 6-16 se muestra un reporte de problemas encontrados por cada método.

Tabla 6-16 : Reporte de Problemas por método. [Elaboración propia]

| Método | Id Problemas | Total de Problemas | Porcentaje (%) |
|----------------------|--|--------------------|----------------|
| UsabVEP | P1,P2,P3,P4,P5,P6,P7,P8,P9,P10,P11,P12,P13 | 13 | 100% |
| Nielsen | P2,P3,P4,P9,P10,P11,P12 | 7 | 54% |
| Común | P2,P3,P4,P9,P10,P11,P12 | 7 | 54% |
| UsabVEP y no Nielsen | P1,P5,P6,P7,P8,P13 | 6 | 46% |
| Nielsen y no UsabVEP | - | 0 | 0% |

En la figura 6-17 se representa el reporte mencionado, mediante diagramas de Venn para una mejor visualización y análisis.

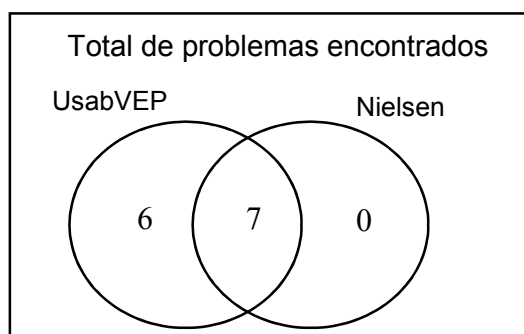


Figura 6-17 Diagrama de Venn del Total de problemas encontrados por método

Podemos observar que se existen 7 problemas que se encontraron con ambos métodos, pero que hubieron 6 problemas que solo han sido hallados con el método propuesto UsabVEP y no pudieron ser hallados mediante el método de Nielsen.

Asimismo en la figura 6-18 podemos visualizar que el método propuesto UsabVEP encontró más problemas que las heurísticas propuestas por Nielsen.

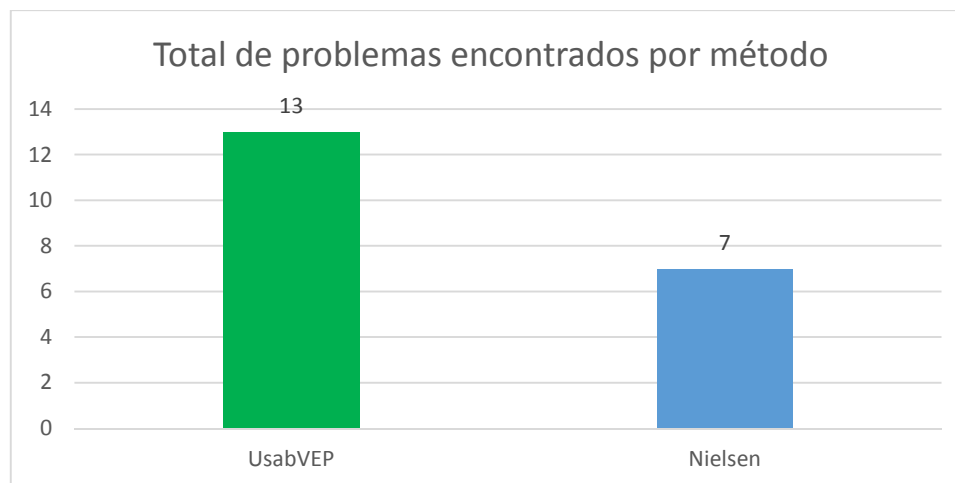


Figura 6-18 Total de problemas encontrados por método

Además se mostrará un segundo análisis que reafirma la validación y consiste en mostrar el total de heurísticas incumplidas por cada método y poder realizar una comparación entre ambas. En la tabla 6-17 se muestra un reporte de heurísticas incumplidas por cada método.

Tabla 6-17 : Reporte de heurísticas incumplidas por método. [Elaboración propia]

| Método | Heurísticas incumplidas | Total | Porcentaje (%) |
|----------------------|---|-------|----------------|
| UsabVEP | Internacionalización, Visibilidad, Control, Diseño de texto, Limitaciones Visuales, Limitaciones motoras, Limitaciones Cognitivas, Identificación, Elementos de Orientación, Instructivo, Consistencia entre Sistema y mundo real, Contingencia, Audición | 13 | 100% |
| Nielsen | Visibilidad, Control, Diseño de texto, Elementos de Orientación, Instructivo, Consistencia entre Sistema y mundo real | 6 | 46% |
| Común | Visibilidad, Control, Diseño de texto, Elementos de Orientación, Instructivo, Consistencia entre Sistema y mundo real | 6 | 46% |
| UsabVEP y no Nielsen | Internacionalización, Limitaciones Visuales, Limitaciones motoras, Limitaciones Cognitivas, Identificación, Contingencia, Audición | 7 | 54% |
| Nielsen y no UsabVEP | - | 0 | 0% |

En la figura 6-19 se representa el reporte mencionado, mediante diagramas de Venn para una mejor visualización y análisis.

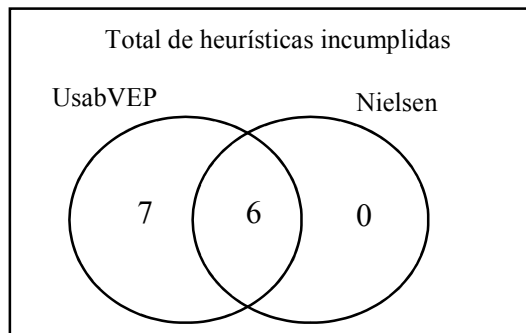


Figura 6-19 Diagrama de Venn del Total de problemas encontrados por método.

Podemos observar que hay 7 heurísticas propias del método propuesto que permitieron encontrar más problemas de usabilidad. Dichas heurísticas son: Internacionalización, Limitaciones Visuales, Limitaciones motoras, Limitaciones Cognitivas, Identificación, Contingencia, Audición

Asimismo en la figura 6-20 podemos visualizar que el método Propuesto UsabVEP encontró más problemas que las heurísticas propuestas por Nielsen.

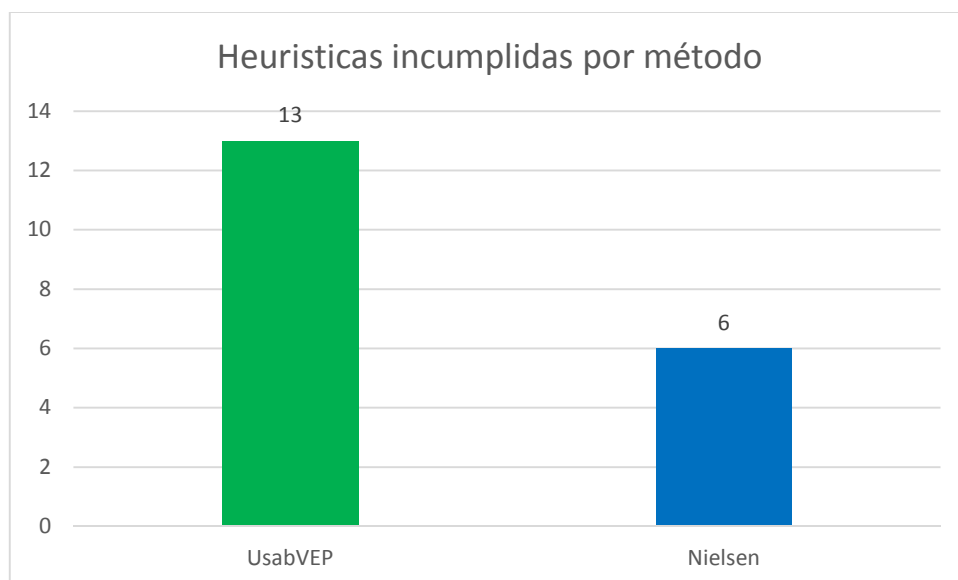


Figura 6-20 Total de heurísticas incumplidas por método

Al comparar ambos métodos podemos afirmar que el método propuesto por el autor encontró más problemas para la solución tecnológica del voto electrónico presencial. Además podemos observar que al realizar la evaluación heurística se hallaron 6

problemas que fueron encontradas usando 7 heurísticas propias del método UsabVEP y que no pudieron ser encontradas por el método planteado por Jakob Nielsen.

6.7. Resumen

Se realizó la evaluación heurística seleccionando a 5 expertos que trabajan en ONPE y que cumplen las características de doble experto (conocedores sobre usabilidad y acerca del voto electrónico).

Para realizar la evaluación con los usuarios se contó con la participación de 30 usuarios con diferentes edades y niveles de instrucción.

Al realizar las evaluaciones heurísticas se encontró que las heurísticas de Visibilidad, Control, Elementos de orientación e Instrucciones son las que involucran más cantidad de problemas.

Al realizar las evaluaciones heurísticas se encontró que el proceso de Sufragio es el que presenta la mayor cantidad de heurísticas incumplidas.

Al realizar las evaluaciones heurísticas se encontró que los procesos de Sufragio y Transmisión, son los que presentan mayor cantidad de problemas.

Al realizar las evaluaciones heurísticas podemos observar que existe poca variabilidad entre las calificaciones de los expertos, lo cual significa que los datos son confiables y no existe mucha dispersión entre sus valores.

Al realizar las evaluaciones con usuarios se pudo observar que de manera general todas las preguntas superan el valor de 3 que corresponde a “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”. Además se observa que existe poca variabilidad entre las calificaciones indicando que los datos son representativos y no existe mucha dispersión entre sus valores.

Al realizar la comparación entre las evaluaciones heurísticas se observó que el método UsabVEP encontró más problemas que las heurísticas de Nielsen tomados como referencia. Además se encontraron 6 problemas correspondientes a 7 heurísticas propias del método UsabVEP y que no pudieron ser encontradas por las heurísticas de Nielsen.

Capítulo 7 : Conclusiones y Trabajos futuros

A continuación se presentan las conclusiones a las que llegó el presente proyecto, y los trabajos futuros que se pueden realizar sobre este estudio de usabilidad.

7.1. Conclusiones

Se logró definir el método UsabVEP el cual permitió realizar la evaluación de la usabilidad al voto electrónico presencial.

Se logró evaluar y analizar los resultados y se logró proponer mejoras en usabilidad de acuerdo al método propuesto.

El método propuesto empleo evaluaciones basadas en heurísticas y pruebas realizadas con los usuarios finales, los cuales proporcionaron una valiosa visión acerca de los problemas de usabilidad.

En este estudio de usabilidad la evaluación heurística encontró un mayor número de problemas que las pruebas realizadas con usuarios, debido a que los evaluadores expertos poseen conocimientos teóricos y prácticos acerca del análisis de interfaces y sobre la votación electrónica, mientras los usuarios se basan en la interacción directa con el sistema.

Los estudios de usabilidad relacionados a la interacción hombre-máquina van de la mano con la tecnología, debido a que conforme avance la tecnología se puede considerar características que permitan superar las limitaciones para los votantes con alguna discapacidad.

Se logró validar el método propuesto UsabVEP comparándolo con las heurísticas propuestas por Nielsen, el cual podemos afirmar que el método propuesto por el autor encontró más problemas para la solución tecnológica del voto electrónico presencial en el Perú.

7.2. Recomendaciones y trabajos futuros

El método propuesto para la evaluación de la usabilidad del voto electrónico (UsabVEP) propuso heurísticas que pretenden ser guía no solo para los procesos electorales peruanos sino para cualquier país dependiendo de sus leyes o decretos.

El método pretende servir para diferentes modalidades del voto electrónico, por ejemplo el voto electrónico no presencial (VENP), el cual los electores pueden realizar

la emisión de su voto desde su hogar o usando dispositivos móviles a través de Internet. Esto propone nuevos retos para este estudio de usabilidad debido a que pueden surgir nuevas heurísticas a ser consideradas en estas nuevas modalidades.

Se pueden considerar nuevas heurísticas que vayan de acuerdo con el desarrollo tecnológico como por ejemplo el reconocimiento de la voz humana para elegir las opciones o dispositivos que se desarrollen en el futuro que impliquen nuevas interacciones hombre-máquina.

Se puede considerar usar medidas de eficiencia como tasa de errores, tasa de éxito, tiempo en realizar algún tarea (tiempo de emisión del voto por parte del elector), número de clics, etc.

Finalmente como trabajo futuro se puede implementar una herramienta que ayude al método propuesto y que sirva de ayuda al realizar la evaluación de la usabilidad.

Referencias bibliográficas

[Ahmet, 2012] “Assessing the usability of university websites: An empirical study on Namik Kemal University”, Ahmet Menten, Aykut H. Turan, TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology – July 2012, volume 11 Issue 3

[Altin, 2016] Cigdem Altin Gumussoy. “Usability guideline for banking software design”. Computers in Human Behavior. 2016

[Apache, 2018] Apache Software Foundation. Apache OpenOffice Calc. Consultado: Julio 2018. Disponible en: <http://www.openoffice.org/product/calc.html>

[Bevan, 1991]. Bevan N, Kirakowski J, and Maissel J. (1992) In: Bullinger H.J. Proceedings of the 4th International Conference on Human Computer Interaction, Stuttgart, September 1991. Elsevier.

[Brown III, 2013]. William Brown III, Po-Yin Yen, Marlene Rojas, Rebecca Schnall. Assessment of the Health IT Usability Evaluation Model (Health-ITUEM) for evaluating mobile health (mHealth) technology. Journal of Biomedical Informatics (2013) 1080–1087

[BROOKE, 1986] Brooke, J. (1986). "SUS: a quick and dirty usability scale".

[Claridge, 2016] Claridge, N. y Kirakowski, J. WAMMI (Website Analysis and MeasureMent Inventory) - DemoSurvey. 2016. Consultado el: 02-de marzo de 2018. Disponible en: <http://www.wammi.com/samples/index.html>

[CONGRESO, 1993] Congreso de la República del Perú. Constitución Política del Perú de 1993. Artículo 31.

[CONGRESO, 2005] Congreso de la República del Perú. Ley que establece normas que regirán las elecciones.

<http://www.congreso.gob.pe/ntley/Imagenes/Leyes/28581.pdf>

Fecha de acceso: Junio 2014

[CONGRESO, 2010] Congreso de la República del Perú. Ley que autoriza a la ONPE a emitir las normas reglamentarias para la implementación gradual y progresiva del voto electrónico.

<http://www.congreso.gob.pe/ntley/Imagenes/Leyes/29603.pdf>

Fecha de acceso: Junio 2014

[Constantine, 1995] Constantine L. “What do users want? Engineering usability into software”, Windows Tech Journal. - 1995

[Daly, 2017] Daly C., Zapata C., Paz F. (2017) Improving the Usability in a Video Game Through Continuous Usability Evaluations. In: Marcus A., Wang W. (eds) Design, User Experience, and Usability: Designing Pleasurable Experiences. DUXU 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10289. Springer, Cham

[Delice, 2009] Elif Kılıç Delice, Zula Gungor. "The usability analysis with heuristic evaluation and analytic hierarchy process". International Journal of Industrial Ergonomics 39 (2009) 934–939.

[Dix, et al., 2004] Alan Dix, et al. Human-Computer Interaction. - Madrid. Prentice Hall, Third edition, 2004

[EUSKADI, 2014 a] Gobierno Vasco. Voto electrónico en el Mundo.
<http://www.euskadi.eus/informacion/voto-electronico-voto-electronico-en-el-mundo/web01-a2haukon/es/>

Fecha de acceso: Diciembre 2018

[EUSKADI, 2014 b] Gobierno Vasco. Países con voto electrónico legalmente prohibido o paralizado.

http://www.euskadi.net/botoelek/otros_paises/ve_mundo_paralizado_c.htm

Fecha de acceso: Junio 2014

[Galitz, 2007] W. Galitz, The essential guide to user interface design: an introduction to GUI design principles and techniques: Wiley Publishing, 2007.

[GOBIERNO SALTA, 2014] Gobierno de la Provincia de Salta. Voto Electrónico en la Provincia de Salta, Argentina. <http://www.salta.gov.ar/contenidos/voto-electronico-salta-argentina/11>

Fecha de acceso: Junio 2014

[González, 2006] M. González, J. Lorés, A. Almenara, T. Granollers. "Evaluación Heurística de Sitios Web Académicos Latinoamericanos dentro de la Iniciativa UsabAIPO".

[González, 2009] Marta González, Llúcia Masip, Antoni Granollers, Marta Oliva, "Quantitative analysis in a heuristic evaluation experiment". Advances in Engineering Software (2009) 1271–1278

[Hermawati, 2015] Setia Hermawati, Glyn Lawson. "Establishing usability heuristics for heuristics evaluation in a specific domain: Is there a consensus?". Applied Ergonomics 56 (2016) 34-51

[Hsu, 2017] Hsu J., Bronson G. (2018) E-Voting Technologies Usability: A Critical Element for Enabling Successful Elections. In: Tadj L., Garg A. (eds) Emerging Challenges in Business, Optimization, Technology, and Industry. Springer Proceedings in Business and Economics. Springer, Cham

[Hussain, 2014] Mohamed Hussain Thowfeeka, Mohamed Nainar Abdul Salamb, "Students' Assessment on the Usability of E-learning Websites". 4thWorld Conference on Learning, Teaching and Educational Leadership (2014)

[IBM, 2018]. International Business Machines Corporation. IBM SPSS software. Consultado: Julio 2018. Disponible en: <https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software>

[INEI, 2013] Instituto Nacional de Estadística e Informática. Compendio estadístico del Perú 2013 - Tomo1

[ISO, 1998]. ISO. "9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT's)," in Part 11: Guidance on Usability, ed. Beuth, Berlin, Germany, 1998.

[ISO, 2001]. ISO. ISO/IEC "9126-1, Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model". International Organization of Standarization, vol. I, 2001.

[Karat, 1997]. J. Karat, "User-centered software evaluation methodologies," Handbook of human-computer interaction, vol. 2, pp. 689-704, 1997.

[King, 2016] Bridgett A. King, Norman E. Youngblood. "E-government in Alabama: An analysis of county voting and election website content, usability, accessibility, and mobile readiness". Government Information Quarterly (2016).

[Kirakowski, 1995] Kirakowski, J. y Corbett, M. Software Usability Measurement Inventory. 1995. Consultado el: 02-de marzo de 2018. Disponible en: <http://sumi.uxp.ie/en/index.php>

[Lewis, 1991] James R. Lewis. "Psychometric evaluation of an after-scenario questionnaire for computer usability studies: the ASQ". 1991

[Lewis, 1992] James R. Lewis. "Psychometric Evaluation of the Post-Study System Usability Questionnaire: The PSSUQ". 1992

[Mayhew, 1992] Mayhew D.J. "Principles and Guidelines in Software User Interface Design" - New York: Prentice Hall, Inc, 1992.

[Microsoft, 2018]. Microsoft Corporation. Microsoft Excel. Consultado: Julio 2018.
Disponible en: <https://products.office.com/es/excel>

[Ministerio Justicia, 2008] Ministerio de Justicia. Reglamento de la ley de firmas y certificados digitales.

<http://www.minjus.gob.pe/wp-content/uploads/2014/03/DS-052-2008-pcm.pdf>

Fecha de acceso: Junio 2014

[Nielsen, 1993]. J. Nielsen. 1993. Usability Engineering. Primera Edición. USA: Academic Press.

[Nielsen, 1993 b]. J. Nielsen, Thomas K. Landauer. "A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems". Proceedings of the INTERCHI '93 conference on Human factors in computing systems. Pages 206-213

[Nielsen, 1995 a] J. Nielsen. "10 Usability Heuristics for User Interface Design"

<http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

Consulta: Junio 2014

[Nielsen, 1995 b] J. Nielsen. "How to Conduct a Heuristic Evaluation"

<http://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>

Consulta: Junio 2014

[Nielsen, 1995 c] J. Nielsen. "Severity Ratings for Usability Problems"

<http://www.nngroup.com/articles/how-to-rate-the-severity-of-usability-problems/>

Consulta: Junio 2014

[Nielsen, 2012] J. Nielsen. "Usability 101: Introduction to Usability"

<http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>

Consulta: Junio 2014

[Nielsen, 2012 b] J. Nielsen. "How Many Test Users in a Usability Study?"

<http://www.nngroup.com/articles/how-many-test-users/>

Consulta: Julio 2015

[ONPE, 2014 a] Oficina Nacional de Procesos Electorales. Voto Electrónico.

<http://www.web.onpe.gob.pe/voto-electronico.html>

Fecha de acceso: Junio 2014

[ONPE, 2014 b] Oficina Nacional de Procesos Electorales. Elecciones.

www.web.onpe.gob.pe/elecciones.html

Fecha de acceso: Junio 2014

[ONPE, 2014 c] Oficina Nacional de Procesos Electorales. Observatorio del Voto-e en Latinoamérica. Experiencias del Voto electrónico. <http://www.voto-electronico.org/index.php/voto-electronico-2/historia>

Fecha de acceso: Junio 2014

[ONPE, 2014 d] Oficina Nacional de Procesos Electorales. Observatorio del Voto-e en Latinoamérica. Experiencias del Voto electrónico.

<http://www.voto-electronico.org/images/reportes/Brasil.pdf>

Fecha de acceso: Junio 2014

[ONPE, 2016 a] Oficina Nacional de Procesos Electorales. Infografía de distritos del voto electrónico. Elecciones generales 2016.

https://www.web.onpe.gob.pe/eg-2016/docs/Infografia_VEP_05abril.pdf

Fecha de acceso: Junio 2016

[ONPE, 2016 b] Oficina Nacional de Procesos Electorales. Material de capacitación.

<https://www.web.onpe.gob.pe/modElecciones/elecciones/sep2016/material-capacitacion>

Fecha de acceso: Junio 2016

[ONPE, 2016 c] Oficina Nacional de Procesos Electorales. Compendio Electoral Peruano.

<https://www.web.onpe.gob.pe/modMarco-Legal/compendio-electoral-2016.pdf>

Fecha de acceso: Junio 2016

[ONPE, 2016 d] Oficina Nacional de Procesos Electorales. Histórico de elecciones

<https://www.web.onpe.gob.pe/elecciones/historico-elecciones/>

Fecha de acceso: Junio 2016

[ONPE, 2017] Oficina Nacional de Procesos Electorales. Voto electrónico

<https://www.web.onpe.gob.pe/modElecciones/elecciones/elecciones2017/emitido2017/voto-electronico>

Fecha de acceso: Diciembre 2017

[Oztekin, 2009] Asil Oztekin, Alexander Nikov, Selim Zaim. "UWIS: An assessment methodology for usability of web-based information systems". The Journal of Systems and Software 82 (2009) 2038–2050

[Paz, 2017] Paz F., Paz F.A., Pow-Sang J.A. (2017) Comparing the Effectiveness and Accuracy of New Usability Heuristics. In: Nunes I. (eds) Advances in Human Factors and System Interactions. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 497. Springer, Cham.

[Panizo 2007]. L. Panizo. "Aspectos Tecnológicos del Voto Electrónico"

[Pierotti, 2004] Pierotti D. "Heuristic Evaluation - A System Checklist". Xerox Corporation. 2004.

[Preece, 2002] Preece J. "Beyond Human-Computer Interaction". Wesley A, editor: Addison- Wesley, Reading, MA.; 2002.

[Quesenbery, 2001] Quesenbery W. "What Does usability Mean: Looking Beyond 'Ease of use'". Proceedings of the 48th Annual Conference, Society for Technical Communication; 2001.

[Roa, 2013] D. Roa et al. "Detección de movimientos específicos de la cabeza con el acelerómetro y giroscopio, mediante correlación cruzada". Conference: Congreso Internacional en Ingeniería Electrónica Electro 2013, At pp 130-134, Volume: 35

[Rubin, 2008] Rubin J, Chisnell D. "Handbook of Usability Testing": Wiley Publishing, 2008.

[Sabri, 2013] A Quantitative Approach in the Usability Evaluation of a Courseware Sabri, Norlina Mohd; Mohamed, Hasiah; Soon, Goh Ying; Yusof, Yau'Mee Hayati Mohamed. Journal of Next Generation Information Technology4.2 (Apr 2013): 29-38.

[Hernández, 2014]: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. "Metodología de la investigación". 6ta edición. 2014.

[Sharmistha, 2014] "A quantitative approach to evaluate usability of academic websites based on human perception", Sharmistha Roy, Prasant Kumar Pattnaik, Rajib Mall, Egyptian Informatics Journal (2014), 159–167

[Shackel, 1991]. B. Nielsen, S. Richardson. 1991. Human factors for Informatics Usability. Cambridge University Press.

[Shneiderman, 1987] Shneiderman B. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction, Addison-Wesley Publ. Co., 1987. - p. 448.

[SIDAR, 2014] Fundación SIDAR. ¿Por qué es importante la usabilidad?
<http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/quees/usab.htm>
Consulta: Junio 2014

[SIDAR, 2017] Fundación SIDAR. Recopilación de Métodos de Usabilidad.
<https://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/inspeccion/Heur.htm>
Consulta: Diciembre 2017

[Téllez, 2017] Téllez J.F., Montoya J.C., Trefftz H. (2017) Design and Usability Evaluation of a Multi-input Interface in an idTV Environment. In: Abásolo M., Almeida

P., Pina Amargós J. (eds) Applications and Usability of Interactive TV. jAUTI 2016. Communications in Computer and Information Science, vol 689. Springer, Cham

[TRIBUNAL SUPERIOR BRASIL, 2014] Tribunal superior electoral de Brasil. Biometría y el Voto electrónico.

<http://www.tse.jus.br/eleicoes/biometria-e-urna-eletronica/urna-eletronica>

Fecha de acceso: Junio 2014

[Tuesta 2004]. F. Tuesta. “El Voto Electrónico”. 2004.

[Tognazzini, 2003] Tognazzini B. “First Principles of Interaction Design (Revised & Expanded)” <http://asktog.com/atc/principles-of-interaction-design/>

Consulta: Junio 2014

[Venkatesh, 2014]. Viswanath Venkatesh, Hartmut Hoehle, Ruba Aljafari. “A usability evaluation of the Obamacare website”. Government Information Quarterly. (2014) 669–680

[Walji, 2014] Muhammad F. Walji et al. “Are three methods better than one? A comparative assessment of usability evaluation methods in an HER”. International Journal of Medical Informatics (2014) 361–367

[Wei-siong, 2009] Wei-siong Tan, Dahai Liu, Ram Bishu, “Web evaluation: Heuristic evaluation vs. user testing”, International Journal of Industrial Ergonomics (2009) 621–627

[Yin, 2016] Reese Hoi Yin Fung, Dickson K.W. Chiu, Eddie H.T. Ko, Kevin K.W. Ho, Patrick Lo. “Heuristic Usability Evaluation of University of Hong Kong Libraries' Mobile Website”. The Journal of Academic Librarianship. 2016

[Zhao, 2014]. Zhao Huang, Morad Benyoucef, “Usability and credibility of e-government websites”, Government Information Quarterly. (2014) 584–595

Anexos

Anexo 1: Guía para la evaluación del método UsabVEP

En este anexo se describe cada una de las fases y sus actividades del método UsabVEP empleado para la evaluación de la usabilidad.

- Fase 1: Evaluación heurística

1. Selección de expertos

El supervisor debe seleccionar entre 3 a 5 expertos que cumplan las siguientes características:

- Conocedor en usabilidad de software
- Conocedor de los procesos de la votación electrónica.

2. Capacitación a expertos

Capacitar a los expertos sobre las heurísticas usadas a fin de que se comprendan a mayor detalle las heurísticas. Se deberá mostrar a los evaluadores la siguiente tabla de heurísticas:

| Id | Heurísticas | Descripción |
|---|-------------------------------|---|
| Diseño y organización de elementos | | |
| H1 | Diseño de controles | El sistema debe tener una interfaz amigable y con colores uniformes. El diseño debe ser estético y minimalista, no deben existir elementos innecesarios que confundan al usuario. Debe haber consistencia entre el sistema y el mundo real. El usuario debe encontrar fácilmente los elementos en la interfaz. Se debe visualizar el total de la cédula electoral y otros elementos sin que el usuario realice alguna acción. |
| H2 | Diseño del texto | El texto debe ser legible y claro con un diseño sencillo, con suficiente contraste entre el fondo y el texto, con adecuados estilo de texto (tamaño, color, ancho de línea, etc.). |
| H3 | Diseño Líquido | El tamaño del software debe ajustarse al tamaño horizontal de la pantalla del dispositivo de forma automática y sin necesidad de una barra de desplazamiento horizontal (scroll) |
| H4 | Diseño de Imágenes | Las imágenes deben ser de buena resolución con un tamaño adecuado, y evitar que se vean pixeladas para su correcta visualización. El buen diseño de imágenes sirve de ayuda para aquellos usuarios iletrados o aquellos que no suelen leer las instrucciones. |
| Navegación | | |
| H5 | Visibilidad del estado | Se debe de mantener al usuario informado de lo que se esté realizando. El usuario no debe de tener dudas de que este pasando en alguna acción que demore en su ejecución. Por ejemplo en una transmisión de datos, es de buena ayuda una barra de progreso. |

| | | |
|------------------|--------------------------------------|---|
| H6 | Control | Se debe de tener total libertad al interactuar con el software, debe haber opciones para deshacer una acción inadecuada. Por ejemplo el elector debe tener la posibilidad de cambiar su voto antes de su confirmación. |
| H7 | Elementos de orientación | Debe existir elementos que permitan al usuario interactuar intuitivamente, saber dónde se encuentra y cómo volver atrás. Los controles no deben de confundir al usuario al momento de navegar o seleccionar alguna opción. En caso de algún flujo inadecuado debe haber flujos alternativos para salir del problema. |
| Contenido | | |
| H8 | Instructivo | El software debe dar instrucciones fáciles de entender de la tarea a realizar. Si el elector demorase en leer instrucciones largas y difíciles de entender, se incrementaría el tiempo en la votación siendo preferible el voto el papel. Se puede ayudar de elementos gráficos para ser más entendible las instrucciones. Se debe mostrar mensajes de error adecuados o informar correctamente antes de que los cometan. Por ejemplo antes de impugnar a un elector, mostrar un mensaje confirmando la acción. |
| H9 | Idioma o Internacionalización | El software debe de tener la posibilidad de mostrar sus instrucciones en otros idiomas, en caso sea necesario. Estas instrucciones no solo pueden ser texto, sino también hablando. Por ejemplo el idioma quechua es hablado y no tiene escritura. |
| H10 | Cobertura | La transmisión de resultados se debe de realizar desde cualquier local de votación. Por ejemplo en caso no se pueda realizar la transmisión desde una estación, tener la posibilidad de consolidar la información en un dispositivo de almacenamiento y llevarlo a otro local en donde se pueda realizar la transmisión. |
| H11 | Audición o Sonido | El sistema debe proporcionar la opción de leer las instrucciones e interactuar con el sistema usando el sonido ya sea con voz humana o con sintetizador de voz. Esta heurística se puede complementar con la heurística de Idioma en caso exista la posibilidad de leer las instrucciones en otro idioma. Esta heurística es importante para aquellos usuarios iletrados, con discapacidad visual o quechua hablantes. |
| Acceso | | |
| H12 | Limitaciones visuales | El sistema debe permitir interactuar con usuarios con limitaciones visuales (Ceguera, baja visión, daltonismo). Podemos usar sonidos para leer las instrucciones y el uso de reconocimiento de voz para seleccionar alguna opción. |
| H13 | Limitaciones motoras | El sistema debe permitir interactuar con usuarios con limitaciones motoras (falta de miembros, problemas en articulaciones, movimientos involuntarios, parálisis). Podemos seleccionar opciones mediante reconocimiento de voz o por detección de movimientos de la cabeza mediante giroscopios. |
| H14 | Limitaciones cognitivas | El sistema debe permitir interactuar con usuarios con limitaciones cognitivas (Problemas de lectura, pérdida de memoria, dislexia) |

| | | |
|-----|-----------------------|--|
| H15 | Identificación | El sistema debe tener la posibilidad de contar con identificación Biométrica o algún otro mecanismo de identificación en caso haya Impugnación del elector. |
| H16 | Contingencia | El sistema debe de tener opciones de contingencia en caso fallen los dispositivos con los que interactúa el sistema de manera de que continúe el flujo. Por ejemplo en caso de que el lector de código de barras no pueda leer un documento de identidad, tener la opción de poder leerla ingresando el número de documento. |

Además se deberá enseñar a los expertos los siguientes criterios de calificación de problemas:

Cuadro de valores de Severidad

| Valor | Severidad (S) | Descripción |
|-------|----------------|--|
| 4 | Crítico | Es un problema crítico de usabilidad, es imprescindible corregir este problema, ha de ser resuelto de inmediato. |
| 3 | Mayor | Es un problema mayor, es importante de arreglar este problema debido a que es de alta prioridad. |
| 2 | Menor | Es un problema menor, arreglar este problema es de baja prioridad. |
| 1 | Mínimo | Es un problema mínimo. No necesita ser resuelto a menos que exista tiempo extra disponible en el proyecto. |
| 0 | No es problema | No es un problema de usabilidad. |

Cuadro de valores de Frecuencia

| Valor | Frecuencia (F) | Descripción |
|-------|----------------|---|
| 4 | Muy frecuente | Indica que el problema se encuentra en todo o casi todo momento al trabajar en la interfaz. |
| 3 | Frecuente | Indica que el problema se encuentra en más de la mitad de las interfaces evaluadas. |
| 2 | Poco frecuente | Indica que el problema encontrado tiene una frecuencia media baja. |
| 1 | Inusual | Indica que el problema encontrado tiene una baja frecuencia. |
| 0 | Inexistente | No se ha encontrado el problema |

3. Identificar procesos VEP

Se debe identificar que procesos de la votación electrónica y/o tareas se van a automatizar con el voto electrónico (Instalación, Sufragio, Escrutinio). Por ejemplo supongamos que la identificación del elector no este automatizada y se realice de manera manual, entonces los evaluadores pueden considerar que la heurística de Identificación no aplique al momento de realizar la evaluación.

4. Identificar usuarios finales

Se debe identificar a los usuarios finales para determinar que heurísticas son factibles al momento de la evaluación, debido a que pueda haber heurísticas que no apliquen evaluar. Por ejemplo si estamos empleando el software del voto electrónico en una población en donde se hable un solo idioma, el software no tendría por qué tener opciones para mostrar sus instrucciones en otros idiomas, por lo tanto la heurística de Internacionalización no se evaluaría.

5. Identificar heurísticas

En base a la identificación de procesos VEP y a la identificación de usuarios finales es posible determinar si se excluyen algunas heurísticas y cuáles son las heurísticas que se evaluarán.

6. Preparación de materiales

Es necesario establecer ciertos parámetros que garanticen la evaluación. A continuación se mencionan criterios necesarios para realizar la evaluación heurística.

- **Ambiente de pruebas:** Para obtener los mejores resultados, se necesita que los evaluadores se sientan en un entorno en la que se pueda recrear una situación cercana a la real, lo cual hará que el evaluador actúe con naturalidad y sin presión alguna, de manera que se tengan resultados más cercanos a la realidad.

- **Dispositivos y materiales requeridos:** Se debe de contar con los siguientes dispositivos:

- 2 Laptops touch screen
- 1 Impresoras térmica NCR 7197 / K592
- 1 Impresora HP Officejet 100 Mobile Printer.
- 2 tarjetas inteligentes Morpho Card – Data Storage
- 2 lectores de tarjetas inteligentes GemPlus GemPc Twin
- 1 escáner de código de barras.
- 1 dispositivo de consolidación

- **Software requerido:** Se debe de contar con al menos dos máquinas que simulen la Estación de Comprobación, Resultados y Transmisión, y la Cabina de Votación. Además se debe de contar con los ejecutables para cada equipo.

7. Evaluación del software

Los expertos seleccionados deberán de realizar las siguientes tareas por cada proceso que se tiene implementado en la votación electrónica (Instalación, Sufragio, Escrutinio, Transmisión):

- **Interacción e identificación de problemas:** Cada evaluador debe de interactuar con el software e ir anotando en el formulario de problemas identificados aquellos problemas que no cumplan con las heurísticas de la usabilidad propuestas.
- **Registro de elementos positivos:** Cada evaluador debe de registrar elementos que sean favorables a la usabilidad.
- **Consolidación de problemas:** El supervisor debe de consolidar en un solo formulario todos los problemas identificados unificando aquellas filas que se refieran al mismo problema.
- **Registro de la calificación de problemas:** Cada evaluador deberá asignar un puntaje de severidad y frecuencia a cada problema identificado, guiándose del Cuadro de valores de Severidad y Frecuencia.
- **Registro de sugerencias de soluciones:** Cada evaluador debe sugerir posibles soluciones a cada problema encontrado.

8. Análisis de resultados:

Consiste en que el supervisor consolide las evaluaciones de los expertos y realice reportes que ayuden al análisis de la información. Se deberá emitir los siguientes reportes: Reporte de Problemas por heurísticas, Reporte de estadísticas por problemas, Reporte de Ranking de problemas y Reporte de problemas por categoría de severidad

- **Fase 2: Evaluación con pruebas de usuarios.**

1. Selección de usuarios y Roles

Seleccionar 30 usuarios para realizar la prueba basada en cuestionario. Los usuarios deberán ser representativos de acuerdo a la población electoral peruana y que se resume en la siguiente tabla:

| Característica | Total | Porcentaje |
|------------------------------------|-------|------------|
| Sexo | | |
| Hombre | 15 | 50% |
| Mujer | 15 | 50% |
| Total | 30 | 100% |
| Edad (años) | | |
| 18-24 | 6 | 20% |
| 25-34 | 8 | 25% |
| 35-49 | 9 | 30% |
| 50-64 | 4 | 15% |
| 64-a más | 3 | 10% |
| Total | 30 | 100% |
| Nivel de Instrucción | | |
| Primaria | 6 | 21% |
| Secundaria | 18 | 60% |
| Superior (Universidad o Instituto) | 3 | 12% |
| Educación especial e iletrados | 2 | 7% |
| Total | 30 | 100% |

2. Realización de la orientación al usuario.

El supervisor debe de explicar de manera clara el propósito de la evaluación, e indicar la manera de como contestar a cada pregunta.

3. Utilización del software VEP por el usuario

El usuario debe interactuar con el sistema y realizar las tareas por cada Rol. El Rol del Miembro de Mesa realiza tareas como: Realizar la Instalación de la Mesa, Comprobar de la identidad del elector, Imprimir resultados de las cabinas de votación, Consolidar resultados e imprimir y firmar las actas de Sufragio y Escrutinio.

4. Realización de la evaluación por el usuario:

El usuario deberá de contestar a las preguntas según el siguiente cuestionario:

| Ítems | | Totalmente Desacuerdo | Desacuerdo | Ni de acuerdo ni | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |
|-------|---|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 | La lectura de las instrucciones en la pantalla es claramente legible | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2 | La secuencia de pantallas es coherente. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3 | La posición de los mensajes de información y de error en la pantalla es consistente | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4 | Fue fácil de encontrar lo que quiero en la pantalla | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5 | El diseño es atractivo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6 | Los términos empleados en todo el sistema son claramente entendibles | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

| | | | | | | |
|----|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 7 | La terminología informática está relacionada con la tarea que está haciendo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 8 | El sistema me mantiene informado sobre lo que está haciendo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 9 | Creo que el sistema es fácil de aprender para cualquier tipo de persona | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 10 | Fue muy fácil interactuar con el sistema la primera vez que lo use | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 11 | El sistema responde rápido cuando interactué | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 12 | Este software me ahorro tiempo que si las operaciones lo haría manualmente | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 13 | El sistema es muy fácil de usar | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 14 | Este software de votación electrónica debe de reemplazar a la votación manual | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 15 | Me gustaría usar este sistema la próxima vez | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 16 | Me he sentido seguro de usar este software | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

5. Análisis de los resultados

Consiste en que el supervisor consolide las evaluaciones de los usuarios finales y realice reportes que ayuden al análisis de la información. Se deberá emitir los siguientes reportes:

- Reporte de estadísticas por categorías
- Reporte de estadísticas por preguntas

Anexo 2: Cuestionarios y heurísticas mencionadas en el marco teórico

Anexo 2.1. Criterios y Preguntas Heurísticas de la Iniciativa UsabAIPO

| Categoría | Criterio Heurístico | Preguntas Heurísticas |
|------------|-----------------------|---|
| Diseño | Diseño Gráfico | Interfaz Amigable: ¿Tiene el sitio Web una interfaz amigable, con colores uniformes en la mayoría de las páginas y que concuerden con la imagen que ofrece la universidad? |
| | | Interfaz Limpia: ¿El sitio Web ofrece una interfaz limpia, sin ruido visual y con un uso correcto del espacio? |
| | | Diseño del texto: ¿Tiene el texto un diseño sencillo, con suficiente contraste entre el fondo y el texto, limitando el estilo de fuente y otros formatos de texto (tamaño, color, ancho de línea, etc.)? |
| | | Diseño Líquido: ¿Se utiliza un diseño líquido? |
| | Imágenes | Imágenes Etiquetadas: ¿Las imágenes están etiquetadas y aparece su título al pasar por encima con el ratón? |
| | | Elementos Animados: ¿Existen elementos animados? |
| Navegación | Áreas de navegación | Resolución de Imágenes: ¿Se ha cuidado la resolución de las imágenes para que no se vean pixeladas y sean de un tamaño adecuado para su correcta visualización? |
| | | Número de elementos en Menús: ¿Se ha controlado el número de elementos y de términos por elemento para no producir sobrecarga memorística? |
| | | Visibilidad: ¿La totalidad de elementos del área de navegación está visible sin que el usuario realice ninguna interacción? |
| | | Existencia de Mapa Web: ¿Existe un Mapa Web en el sitio Web? |
| | Orientación | Claridad (affordance) de vínculos a aplicaciones: Si un vínculo conduce a una aplicación, ¿Se indica claramente? (Por ejemplo, con una imagen identificativa, o con un texto que indica el tamaño del archivo a acceder) |
| | | Acceso a página de inicio: ¿Se puede llegar siempre a la página de inicio desde cualquier nivel de navegación? |
| | | Elementos de orientación: ¿Existen elementos que permitan al usuario saber exactamente dónde se encuentra dentro del sitio Web y cómo volver atrás (migas de pan)? |
| | | Enlaces Identificables: ¿Indican los enlaces claramente hacia dónde apuntan con un título apropiado para que el usuario puede predecir la respuesta del sistema ante su acción? |
| Contenido | Información | Actualización de Noticias: ¿Las noticias académicas están lo suficientemente actualizadas? ¿Poseen fecha de publicación? |
| | | Datos de Contacto: ¿Es fácil acceder a la información de las distintas áreas de la universidad (secretaría, otros departamentos)? ¿Hay información clara de los datos para contactar con el área en particular (teléfono, mail, etc.)? |
| | | Claridad Noticias: ¿Aparecen las noticias en un sitio destacado del sitio Web, con vínculo a la noticia en el titular, y un claro resumen del contenido de la noticia? |
| | Internacio_nalización | Idioma: El sitio Web, ¿Ofrece la opción de multiidioma? |
| | | Cobertura: ¿La información universitaria disponible para los distintos idiomas es una página o es la mayor parte del sitio Web? |

| | | |
|----------|-----------------------|--|
| Búsqueda | Área de Búsqueda | Visibilidad y Sencillez: ¿Es fácil iniciar una búsqueda? ¿El cuadro de texto para introducir términos a buscar en el sitio Web se encuentra en la página de inicio? ¿Es fácilmente accesible desde cualquier lugar del sitio Web? |
| | | Tamaño: ¿El cuadro de entrada de texto para la búsqueda es lo suficientemente ancho? (Debe ocupar entre 15 y 30 caracteres visibles) |
| | | Complejidad: ¿Existe la opción de búsqueda avanzada? ¿Se ofrecen opciones suficientes para realizar una búsqueda suficientemente acotada? |
| | | Motores: ¿Se incluyen vínculos a motores de búsqueda de Internet? |
| | Resultado de Búsqueda | Comprensibilidad: ¿Se muestra los resultados de la búsqueda de forma clara y suficientemente comprensible para el usuario? |
| | | Asistencia: ¿Asiste al usuario en caso de no poder ofrecer resultados? |

Anexo 2.2 Cuestionario SUMI

| N | Preguntas | DE | IN | DES |
|----|---|----|----|-----|
| 1 | Este software responde demasiado despacio a las entradas | | | |
| 2 | Yo no recomendaría este software a mis colegas | | | |
| 3 | Las instrucciones y sugerencias son poco útiles | | | |
| 4 | El software se ha detenido en algún momento | | | |
| 5 | Al aprender a operar este software, inicialmente, está lleno de problemas | | | |
| 6 | Yo a veces no sé qué hacer con este software | | | |
| 7 | Yo no disfruto mis sesiones con este software | | | |
| 8 | Yo encuentro que la información de ayuda dada por este software no es muy útil | | | |
| 9 | Si este software se detiene es difícil reiniciarlo | | | |
| 10 | Toma demasiado tiempo aprender las órdenes del software | | | |
| 11 | Yo a veces me pregunto si estoy usando la orden correcta | | | |
| 12 | Trabajando con este software estoy insatisfecho | | | |
| 13 | La manera que la información del sistema se presenta esta confusa y poco entendible | | | |
| 14 | Yo me siento más seguro si uso solo órdenes o funcionamientos familiares | | | |
| 15 | La documentación del software brinda poca información | | | |
| 16 | Este software afecta la manera en que normalmente trabajo | | | |
| 17 | Trabajando con este software me entorpece mentalmente | | | |
| 18 | Nunca hay la suficiente información sobre las interfaces cuando se necesita | | | |
| 19 | No me siento al mando de este software cuando lo estoy usando | | | |
| 20 | Yo no puedo utilizar los medios que mejor manejo | | | |
| 21 | Pienso que este software es incoherente | | | |
| 22 | No puedo usar este software todos los días | | | |
| 23 | Yo no puedo entender ni actuar con la información proporcionada por este software | | | |

| | | | | |
|----|---|--|--|--|
| 24 | Este software es torpe cuando yo quiero hacer algo que no es normal | | | |
| 25 | Hay demasiada lectura antes que usted pueda usar el software | | | |
| 26 | Puede realizar tareas de una manera insegura en este software | | | |
| 27 | Usando este software se siente frustrado | | | |
| 28 | El software no me ayuda a superar los problemas que tengo al usarlo | | | |
| 29 | La velocidad de este software es baja | | | |
| 30 | Yo sigo teniendo la necesidad de recurrir a mirar las guías | | | |
| 31 | No se han tenido en cuenta todas las necesidades del usuario | | | |
| 32 | Existen momentos en que usando el software ha sentido el tiempo de respuesta | | | |
| 33 | La organización de los menús o listas de información parece bastante ilógico | | | |
| 34 | El software te permite al usuario usar un número bastante alto de pulsaciones | | | |
| 35 | El aprendizaje de cómo usar las nuevas funciones es difícil | | | |
| 36 | Hay tareas en el software que requieren de demasiados pasos | | | |
| 37 | Este software me ha hecho tener dolor de cabeza en ocasiones | | | |
| 38 | Mensajes de prevención de error no son adecuados | | | |
| 39 | Es difícil de hacer que el software haga lo que usted quiere exactamente | | | |
| 40 | Nunca aprenderé a usar todo lo que se ofrece en este software | | | |
| 41 | El software no siempre ha hecho lo que yo estaba esperando | | | |
| 42 | El software tiene una presentación poca atractiva | | | |
| 43 | La calidad y cantidad de la información de ayuda varían por el sistema | | | |
| 44 | Es complicado moverse de una tarea a otra | | | |
| 45 | Es fácil olvidarse como hacer las cosas en este software | | | |
| 46 | Este software se comporta de vez en cuando en cierto modo que no puede entenderse | | | |
| 47 | Este software realmente es muy torpe | | | |
| 48 | Es difícil ver las opciones que está en cada fase de un solo vistazo | | | |
| 49 | Conseguir los ficheros de datos fuera del sistema no es fácil | | | |
| 50 | Yo tengo que buscar la ayuda la mayoría de veces cuando uso este software | | | |

Anexo 2.3 Cuestionario WAMMI

| Nro | Preguntas | TDA | D | ND | A | TA |
|------------|---|------------|----------|-----------|----------|-----------|
| 1 | Este sitio web tiene muchas cosas de interés para mí | | | | | |
| 2 | Es difícil moverse por este sitio web | | | | | |
| 3 | Puede encontrar rápidamente lo que quiere en este sitio web | | | | | |
| 4 | Este sitio web me parece bastante lógico | | | | | |
| 5 | Este sitio web necesita más explicaciones introductorias | | | | | |
| 6 | Las páginas de este sitio web son muy atractivas | | | | | |
| 7 | Tengo el control cuando me muevo por este sitio web | | | | | |
| 8 | Este sitio web es demasiado lento | | | | | |
| 9 | Este sitio web me ayuda a encontrar lo que busco | | | | | |
| 10 | Situarme en este sitio web es un auténtico problema | | | | | |
| 11 | No me gusta utilizar este sitio web | | | | | |
| 12 | Es fácil contactar con la gente que quiero en este sitio web | | | | | |
| 13 | Me siento eficiente al utilizar este sitio web | | | | | |
| 14 | Es difícil decir si este sitio web tiene lo que quiero | | | | | |
| 15 | Es fácil utilizar este sitio web por primera vez | | | | | |
| 16 | Este sitio web tiene algunas características molestas | | | | | |
| 17 | Es difícil tratar de recordar donde estoy en este sitio web | | | | | |
| 18 | Es una pérdida de tiempo usar este sitio web | | | | | |
| 19 | Sale lo que espero cuando sigo los vínculos en este sitio web | | | | | |
| 20 | En este sitio web, todo es fácil de entender | | | | | |

Anexo 2.4. Cuestionario SUS

| N | Preguntas | Puntuación | | | | |
|----|--|-----------------------------|---|---|-----------------------------|---|
| | | Completamente desacuerdo | | | Completamente de acuerdo | |
| 1 | Creo que me gustaría utilizar este sistema frecuentemente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | Encuentro este sistema innecesariamente complejo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3 | Pienso que el sistema es fácil de usar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4 | Creo que necesitaría soporte técnico para hacer uso del sistema | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | Encuentro las diversas funciones del sistema bastante bien integradas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | He encontrado demasiada inconsistencia en este sistema | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7 | Creo que la mayoría de la gente aprendería a hacer uso del sistema rápidamente | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8 | He encontrado el sistema bastante incómodo para usar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9 | Me he sentido muy seguro haciendo uso del sistema | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10 | Necesitaría aprender un montón de cosas antes de poder manejar el sistema | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Anexo 2.5. Cuestionario QUIS

| Reacciones generales al Software | | | | |
|---------------------------------------|--|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| 1 | | Terrible | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Maravilloso |
| 2 | | Difícil | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Fácil |
| 3 | | Frustrante | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Satisfactorio |
| 4 | | Alimentación inadecuada | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Alimentación adecuada |
| 5 | | Aburrido | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Estimulante |
| 6 | | Rígido | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Flexible |
| Pantalla | | | | |
| 7 | Lectura de caracteres en la pantalla | Difícil | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Fácil |
| 8 | Resaltado en la pantalla simplifica la tarea | Nada | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Muchísimo |
| 9 | Organización de la información en pantalla | Confuso | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Muy claro |
| 10 | Secuencia de pantallas | Confuso | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Muy claro |
| Terminología y Sistema de Información | | | | |
| 11 | Términos empleados en todo el sistema | Inconsistente | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Consistente |
| 12 | Terminología informática está relacionada con la tarea que está haciendo | Nunca | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Siempre |
| 13 | Posición de los mensajes de error en la pantalla | Inconsistente | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Consistente |
| 14 | Mensajes en pantalla sugieren entradas al usuario | Confuso | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Muy claro |

| | | | | |
|---|--|-----------------|---------------------|------------------------|
| 15 | El sistema mantiene informado sobre lo que está haciendo | Nunca | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Siempre |
| 16 | Mensajes de error | Poco útiles | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Útiles |
| Aprendizaje | | | | |
| 17 | Aprender a operar el Sistema | Difícil | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Fácil |
| 18 | Exploración de nuevas funciones por ensayo y error | Difícil | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Fácil |
| 19 | Recordar nombres y el uso de comandos | Difícil | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Fácil |
| 20 | Las tareas pueden ser ejecutadas de manera sencilla. | Nunca | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Siempre |
| 21 | Mensajes de ayuda en la pantalla | Poco útiles | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Útiles |
| 22 | Materiales de referencia suplementarios | Confuso | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Muy claro |
| Capacidades del Sistema | | | | |
| 23 | Velocidad del sistema | Demasiado lento | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Suficientemente rápido |
| 24 | Fiabilidad del sistema | Poco fiable | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Seguro |
| 25 | Sistema tiende a ser | Ruidoso | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Silencioso |
| 26 | Corrección de errores | Difícil | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Fácil |
| 27 | Necesidades de los usuarios con y sin experiencia son tomados en consideración | Nunca | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Siempre |
| Usabilidad e Interfaz de Usuario | | | | |
| 28 | Uso de colores y sonidos | Malo | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Bueno |
| 29 | Retroalimentación del sistema | Malo | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Bueno |
| 30 | Respuesta del sistema a errores | Torpe | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Agradable |
| 31 | Mensajes del sistema y reportes | Malo | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Bueno |
| 32 | System clutter and UI "noise" | Malo | 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | Bueno |

Anexo 2.6: Cuestionario ASQ

| Escenario: Nombre del escenario | |
|---------------------------------|--|
| Nro | Pregunta |
| 1 | En general, estoy satisfecho con la facilidad de completar esta tarea. Totalmente en desacuerdo 1 2 3 4 5 6 7 Totalmente de acuerdo |
| 2 | En general, estoy satisfecho con la cantidad de tiempo que se tardó en completar esta tarea. Totalmente en desacuerdo 1 2 3 4 5 6 7 Totalmente de acuerdo |
| 3 | En general, estoy satisfecho con el (ayuda en línea, mensajes, documentación) información de soporte cuando completa esta tarea. Totalmente en desacuerdo 1 2 3 4 5 6 7 Totalmente de acuerdo |

Anexo 2.7: Cuestionario PSSUQ

| Nro | Preguntas |
|-----|---|
| 1 | En general, estoy satisfecho con lo fácil que es utilizar este sistema. |
| 2 | Era sencillo de utilizar este sistema. |
| 3 | Yo podría completar eficazmente las tareas y escenarios que utilizan este sistema. |
| 4 | Yo era capaz de completar las tareas y escenarios rápidamente utilizando este sistema. |
| 5 | Yo era capaz de completar de manera eficiente las tareas y escenarios que utilizan este sistema. |
| 6 | Me sentí cómodo usando este sistema. |
| 7 | Era fácil de aprender a utilizar este sistema. |
| 8 | Creo que podría ser productivos rápidamente utilizando este sistema. |
| 9 | El sistema dió mensajes de error que me dijo claramente cómo solucionar problemas. |
| 10 | Siempre que he cometido un error usando el sistema, podría recuperarse con facilidad y rapidez. |
| 11 | La información (tales como mensajes de ayuda en línea, en la pantalla y otra documentación) proporcionado con este sistema estaba claro. |
| 12 | Fue fácil encontrar la información que necesitaba. |
| 13 | La información proporcionada por el sistema era fácil de entender. |
| 14 | La información fue eficaz para ayudar a completar las tareas y escenarios. |
| 15 | La organización de la información en las pantallas del sistema estaba claro. Nota: La interfaz incluye los elementos que se utilizan para interactuar con el sistema. Por ejemplo, algunos componentes de la interfaz son el teclado, el ratón, las pantallas (incluyendo el uso de gráficos y lenguaje). |
| 16 | La interfaz de este sistema era agradable. |
| 17 | Me gusta el uso de la interfaz de este sistema. |
| 18 | Este sistema tiene todas las funciones y capacidades que esperar que tenga. |
| 19 | En general, estoy satisfecho con este sistema. |